

Frankfurt a.M. 1983.

Das Verhalten des peripheren Venendrucks bei den  
verschiedenen Stadien einer Stammvarikose der  
Vena saphena magna.

(Vergleichende Untersuchungen der peripheren  
Phlebodynamometrie mit der ascendierenden  
Preßphlebographie in der prä- und postoperativen  
Diagnostik)

1983.

Ferdinand Erdlen  
—



Aus dem Zentrum der Radiologie  
der Johann Wolfgang Goethe-Universität  
Frankfurt am Main  
Abt. für Allgemeine Röntgendiagnostik III  
(Leiter: Prof. Dr. H. Riemann)

Das Verhalten des peripheren Venendrucks bei den  
verschiedenen Stadien einer Stammvarikose der  
Vena saphena magna.

(Vergleichende Untersuchungen der peripheren  
Phlebodynamometrie mit der aufsteigenden  
Preßphlebographie in der prä- und postopera-  
tiven Diagnostik)

INAUGURAL- DISSERTATION  
zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin  
des Fachbereichs Humanmedizin  
der Johann Wolfgang Goethe-Universität  
Frankfurt am Main

vorgelegt von  
Ferdinand Erdlen  
aus Leipzig

Frankfurt am Main 1982

Dekan: Prof. Dr. med. H.J. Müller  
Referent: Prof. Dr. med. H. Riemann  
Korreferent: Prof. Dr. med. K. Breddin  
Tag der mündlichen Prüfung: 22.2.1983



ERGLEN, FERDINAND

Meinen Eltern

Digitized by the Internet Archive  
in 2026



## A B S T R A C T

ERDLLEN, FERDINAND:

Das Verhalten des peripheren Venendruckes bei den verschiedenen Stadien einer Stammvarikose der Vena saphena magna (vergleichende Untersuchungen der peripheren Phlebodynamometrie mit der ascendierenden Preßphlebographie in der prä- und postoperativen Diagnostik)

Die Stammvarikose der Vena saphena magna unterscheiden wir nach Hach in vier Stadien. Diese Differenzierung wurde nach röntgenologischen Kriterien durchgeführt. Die periphere Phlebodynamometrie ermöglicht eine Beurteilung der hämodynamischen Verhältnisse im Bereich des Venensystems der unteren Extremitäten. Durch Kontraktion der Beinmuskulatur kommt es zu einem Abfall des peripheren Venendruckes, der abhängig vom Schweregrad der Stammvarikose der Vena saphena magna ist. Mittels der ascendierenden Preßphlebographie konnten wir die unterschiedlich fortgeschrittenen Krankheitsbilder einer Stammvarikose der Vena saphena magna in die von Hach erarbeiteten vier Stadien einteilen. Die Veränderungen der Parameter einer peripheren Venendruckkurve wurden aufgezeigt und miteinander statistisch verglichen. Die Untersuchungen wurden prä- und postoperativ durchgeführt, wobei ausnahmslos höchst signifikante Unterschiede gefunden wurden. Die venöse Hämodynamik der unteren Extremitäten konnte demnach durch die Varizenoperation entscheidend verbessert werden.

Im Vergleich mit der ascendierenden Preßphlebographie, die Einblick in die Anatomie, die Funktion der intrafaszialen Leitvenen und der Muskelvenen gibt, konnte gezeigt werden, daß die periphere Phlebodynamometrie die Phlebographie nicht ersetzen kann. Beide Untersuchungsmethoden können sich jedoch wirkungsvoll ergänzen, indem sie wichtige Aussagen über die Art und den Grad des vorliegenden Venenleidens liefern.

Das Verhalten des peripheren Venendrucks  
bei den verschiedenen Stadien einer Stamm-  
varikose der Vena saphena magna.

(Vergleichende Untersuchungen der periphe-  
ren Phlebodynamometrie mit der aszendie-  
renden Preßphlebographie in der prä- und  
postoperativen Diagnostik)

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin,  
des Fachbereichs Humanmedizin

der Johann Wolfgang Goethe Universität,

Frankfurt am Main,

vorgelegt von Ferdinand Erdlen aus Karlsruhe

Frankfurt am Main 1981

## Inhaltsverzeichnis

## Seite

|       |                                                                                                         |    |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.    | Einleitung                                                                                              | 1  |
| 2.    | Methodik                                                                                                | 5  |
| 2.1   | Kollektive                                                                                              | 5  |
| 2.2   | Periphere Phlebodynamometrie                                                                            | 6  |
| 2.2.1 | Meßsystem                                                                                               | 6  |
| 2.2.2 | Durchführung                                                                                            | 7  |
| 2.2.3 | Auswertung der Kurven                                                                                   | 7  |
| 2.3   | Aszendierende Preßphlebographie                                                                         | 10 |
| 2.4   | Operationstechnik                                                                                       | 13 |
| 2.4.1 | Operation der Stammvarikose der Vena saphena magna                                                      | 13 |
| 2.4.2 | Operation der Perforansvarikose                                                                         | 14 |
| 2.5   | Statistik                                                                                               | 14 |
| 3.    | Ergebnisse                                                                                              | 16 |
| 3.1   | Ergebnisse bei venengesunden Probanden                                                                  | 16 |
| 3.1.1 | Männliche Probanden                                                                                     | 17 |
| 3.1.2 | Weibliche Probanden                                                                                     | 17 |
| 3.1.3 | Statistik                                                                                               | 17 |
| 3.2   | Ergebnisse bei Patienten mit Stammvarikose der Vena saphena magna im Stadium 2 - vor und nach Operation | 18 |
| 3.2.1 | Prä- und postoperative Ergebnisse                                                                       | 19 |
| 3.2.2 | Statistik                                                                                               | 20 |
| 3.3   | Ergebnisse bei Patienten mit Stammvarikose der Vena saphena magna im Stadium 3 - vor und nach Operation | 21 |
| 3.3.1 | Präoperative Ergebnisse                                                                                 | 21 |
| 3.3.2 | Postoperative Ergebnisse                                                                                | 22 |
| 3.3.3 | Statistik                                                                                               | 22 |
| 3.4   | Ergebnisse bei Patienten mit Stammvarikose der Vena saphena magna im Stadium 4 - vor und nach Operation | 22 |
| 3.4.1 | Präoperative Ergebnisse                                                                                 | 23 |
| 3.4.2 | Postoperative Ergebnisse                                                                                | 23 |
| 3.4.3 | Statistik                                                                                               | 23 |

|       |                                                                                                                                     |    |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.5   | Ergebnisse bei Patienten mit Stammvarikose der Vena saphena magna in Kombination mit Perforansinsuffizienz - vor und nach Operation | 23 |
| 3.5.1 | Präoperative Ergebnisse                                                                                                             | 24 |
| 3.5.2 | Postoperative Ergebnisse                                                                                                            | 24 |
| 3.5.3 | Statistik                                                                                                                           | 25 |
| 4.    | Diskussion                                                                                                                          | 27 |
| 5.    | Zusammenfassung                                                                                                                     | 44 |
| 6.    | Literatur                                                                                                                           | 45 |

## 1. Einleitung

Krankheiten des venösen Systems der unteren Extremitäten sind weit verbreitet. Eine epidemiologische Untersuchung in der Schweiz zeigte bei 3.000 berufstätigen Frauen eine Morbidität von 37,4 % und bei den Männern von 31,3 % (81, 82).

Bei weitem überwiegen dabei die varikösen Veränderungen der extrafaszialen Venen (Tabelle 1). Sie lassen sich in vier Krankheitsbilder, die jeweils wieder Sonderformen enthalten, aufgliedern (25, 26, 27, Abb. 1, Tabelle 1).

Der Stammvarikose der Vena saphena magna kommt sowohl in sozialmedizinischer als auch in klinischer Hinsicht die größte Bedeutung zu.

### Tabelle 1: Einteilung der primären Varikose (25)

Stammvarikose  
Seitenastvarikose  
Perforansvarikose  
Retikuläre Varikose

Die Stammvarikose der Vena saphena magna oder parva entsteht jeweils durch eine angeborene oder erworbene Schlußunfähigkeit ihrer Mündungsklappe (25, 27). Von pathologisch-anatomischer Seite wird eine primäre Schädigung der elastischen Fasern in der Gefäßwand, der Muskelfasern oder der polyvalenten Zellen, die zwischen der Intima und der Media liegen, angenommen (6, 39). Die Krankheit wird in der überwiegenden Zahl der Fälle zu Beginn des dritten Dezenniums klinisch manifest. Im Laufe der Jahre kommt es dann zur Ausbildung des Krampfaderleidens (25).

Endogene und exogene Faktoren, z.B. hormonelle Einflüsse oder ungünstige statische Bedingungen, wirken dabei disponierend. Zuletzt kommt es zum Bild des chronisch-venösen Stauungssyndroms.

Diese Entwicklung verläuft etappenweise, so daß Hach unter Berücksichtigung der klinischen und röntgenologischen Symptomatik vier Stadien unterscheidet (Abb. 1).

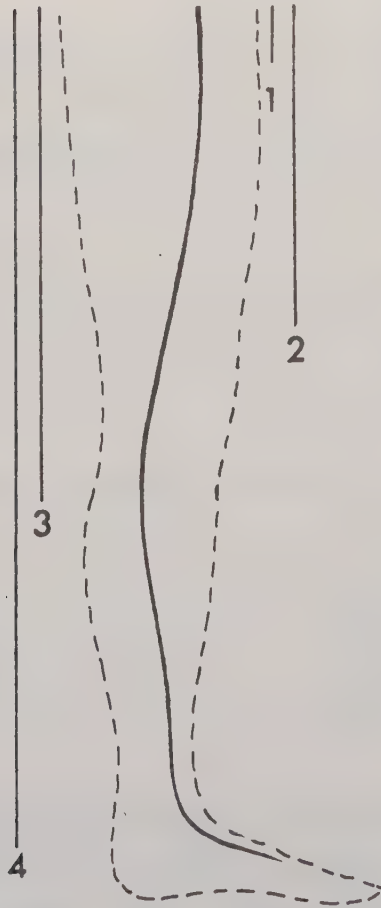


Abb. 1:

Einteilung der Stammvarikose der Vena saphena magna nach pathologischen, klinischen und röntgenologischen Kriterien in vier Stadien (25)

Im Stadium 1 der Stammvarikose der Vena saphena magna kommt es zu einer Insuffizienz der Schleusenklappen mit Angleichung der Gefäßlumina proximal und distal der Klappenebene. Zu einer Gefäßerweiterung auf Bleistift- bis Kleinfingerdicke kommt es im Stadium 2. Weiterhin besteht eine Mündungsklappeninsuffizienz mit retrograden Blutstrom bis zu der handbreit oberhalb vom Kniegelenkspalt angelegten Klappe. Außerdem kann es zur Ausbildung von Aneurysmen kommen.

Im Stadium 3 ist die Gefäßerweiterung auf Kleinfinger- bis Fingerdicke fortgeschritten. Es kommt zum Verlust der Klappen im proximalen Bereich der Venen. Der retrograde Blutstrom ist bis zu der handbreit unterhalb vom Kniegelenk angelegten Klappe zu beobachten. Weiterhin bilden sich Aneurysmen und variköse Degenerationen aus.

Im Stadium 4 schließlich hat die Gefäßerweiterung auf Finger- und Daumendicke zugenommen. Es treten Schlängelungen der Stammvene am Oberschenkel auf und es sind Klappenverluste zu beobachten. Der retrograde Blutstrom ist nun bis zur Fessel zu beobachten. Auch in diesem Stadium sind häufig Ausbildungen von Aneurysmen festzustellen (24, 25, 26, 27).

Vergleichende Untersuchungen bei Patienten mit Stammvarikose der Vena saphena magna oder parva zeigten signifikante Differenzen zwischen den klinischen und radiologischen Befunden (34, 35, 36). Deshalb wird heute der ascendierenden Preßphlebographie, vor allem für wissenschaftliche Betrachtungen, eine erhebliche Bedeutung beigemessen. Die Phlebographie vermittelt dem Untersucher detaillierte Kenntnisse über die Morphologie des Venensystems und über pathologisch-anatomische Veränderungen. Bei der Betrachtung des Kontrastmittelabstroms am Röntgensschirm, der Phleboskopie, können auch Rückschlüsse auf funktionelle Zusammenhänge gezogen werden (20, 23, 24, 29).

May hat vor einer Überbewertung der Röntgenbefunde gewarnt. Es gibt z. Zt. noch keine Methode, die das so differenzierte Beinvenensystem des Menschen mit den drei wichtigsten Parametern - Druck, Volumen und Strömungsgeschwindigkeit - integrierend erfaßt. Mit Hilfe der peripheren Phlebodynamometrie bietet sich die Möglichkeit, repräsentative Informationen über die normale und gestörte Hämodynamik des Beinvenensystems zu erhalten (42, 43).

Die ersten Versuche zur direkten Messung des peripheren Venendrucks wurden von Barber und Shatara bereits im Jahre 1925 durchgeführt (4). Heute ist mit Hilfe von elektronischen Druckwandlern und Verstärkern eine zeitlich genaue Registrierung der aktuellen Druckwerte in jedem Moment der Belastung möglich.

Ein weiterer Fortschritt wäre eine Standardisierung der Belastungsart, um exakte Vergleichsmöglichkeiten zu haben. Nur durch die während der Venendruckmessung durchgeführte Belastung wird Einblick in die gestörte oder normale Hämodynamik des Venensystems der unteren Extremitäten erzielt.

Die Arbeit soll, die ascendierende Preßphlebographie als Referenztest einbeziehend, die Sensibilität und die Spezifität der peripheren Phlebodynamometrie feststellen (27). Weiterhin sollen der Erfolg operativer Maßnahmen kontrolliert und die Stadien einer Stammvarikose der Vena saphena magna mit Hilfe hämodynamischer Parameter charakterisiert werden.

Ziel der Untersuchungen war die Feststellung, ob und wie sich die verschiedenen Stadien einer Stammvarikose der Vena saphena magna durch die periphere Phlebodynamometrie erfassen lassen. Inwieweit ergänzen oder ersetzen sich Phlebodynamometrie und ascendierende Preßphlebographie? Können mit Hilfe der peripheren Phlebodynamometrie zusätzliche diagnostische und prognostische Kriterien erfaßt werden? Inwieweit eignet sich die periphere Phlebodynamometrie zur Beurteilung des Erfolges einer Varizenoperation?

## 2. Methodik

### 2.1 Kollektive

Die Versuchsserie umfaßt insgesamt 82 Personen. Hiervon hatten 24 Probanden keine pathologischen Veränderungen am venösen und arteriellen Gefäßsystem der unteren Gliedmaße. Die klinische Untersuchung und die Strömungsmessung mit der Doppler-Ultraschall-Sonde ergaben keine Hinweise auf eine Störung der Häodynamik. Das Durchschnittsalter dieser Gruppe betrug 41,4 Jahre ( $R = 19 - 57$ ).

58 Patienten wurden entsprechend den Röntgenbefunden in vier Gruppen eingeteilt. Davon waren 18 Personen männlichen und 40 Personen weiblichen Geschlechts. Das Durchschnittsalter lag hier bei 45,5 Jahren ( $R = 22 - 63$ ).

Die erste Gruppe umfaßte 14 Personen mit einer Stammvarikose der Vena saphena magna im Stadium 2, die zweite Gruppe 15 Patienten mit einer Stammvarikose der Vena saphena magna im Stadium 3. Eine weitere Gruppe wurde mit 15 Patienten gebildet, die eine Stammvarikose der Vena saphena magna im Stadium 4 aufweisen. Die letzte Gruppe bestand aus 14 Patienten mit der Kombination einer Stammvarikose und einer Insuffizienz der mittleren Cockett'schen Vena perforans. Bei allen Patienten galt die ascendierende Preßphlebographie als Referenztest. Die periphere Phlebodynamometrie wurde vor der Operation und am sechsten bzw. siebten Tag nach dem Eingriff durchgeführt.

## 2.2 Periphere Phlebodynamometrie

### 2.2.1 Meßsystem

Die periphere Phlebodynamometrie wurde nach der von May (55), Nachbur (59, 60), Ludbrook (48) sowie Kriessmann (42, 43) veröffentlichten Technik ausgeführt.

Der Druck wurde mittels eines Statham-Elements der Firma Hellige (Modell P 22 A) gemessen. Das Prinzip beruht hier darauf, daß ein veränderlicher Druck den elektrischen Widerstand eines Leiters entsprechend verändert. Das heißt, der hydrostatische Druck wirkt auf eine Metallmembran, deren Verformung über einen Stempel auf einen zwischen Federn aufgehängten Kolben übertragen wird. An diesem Kolben sind Widerstandsdrähte so angebracht, daß bei einer Druckänderung deren Zugvorspannung und damit auch der elektrische Widerstand verändert werden. Eine Veränderung des in der Kammer herrschenden hydrostatischen Druckes wird dieses System dann aus dem Gleichgewicht bringen und somit einen entsprechenden Strom bilden, der dann verstärkt und registriert wird. Die Versuchsanordnung ist in Abb. 2 dargestellt.

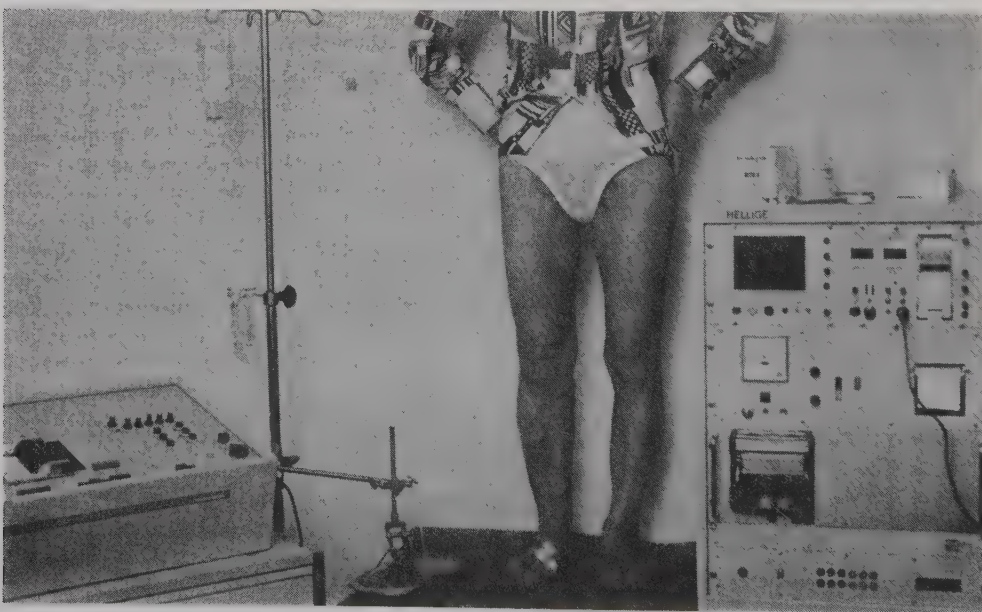


Abb. 2: Versuchsanordnung der peripheren Phlebodynamometrie

Die Registrierung erfolgte mit dem EKG-Gerät Cardirex T der Firma Siemens bei einem Vershub von 50 mm/s. Bei unerwünscht hohen Frequenzanteilen kann hierbei die Ausgangsspannung des Gerätes gedämpft werden. Aufgezeichnet wurden sowohl der Mitteldruck als auch jede einzelne Druckschwankung.

Der Anschluß des Katheters an das Statham-Element wurde über einen Druckdom (Firma Hellige) vorgenommen. Vor diesen ist ein Dreiwegehahn geschaltet, über den das gesamte System mittels einer Infusion luftfrei gehalten wird. Die infundierte physiologische Kochsalzlösung enthielt 5.000 Einheiten Heparin pro 100 ml.

#### 2.2.2 Durchführung

Am Fußrücken wurde die Vena marginalis tibialis mit einer Flügelkanüle (one-set-surflo 0,8 x 19 mm der Firma Terrumo) punktiert. Nur in seltenen Fällen mußte eine andere Vene des Fußrückens verwendet werden. Bei der Auswahl der Punktionsstelle wurde darauf geachtet, daß die Kanüle beim Arbeitsversuch frei im Gefäßlumen verblieb. Nur so konnten reale Druckkurven registriert werden.

Der Druckwandler befand sich in Höhe der Punktionsstelle, da sonst rechnerische Korrekturen der Ergebnisse notwendig wären (hydrostatischer Druck). Die genaue Justierung des Druckwandlers erfolgte mit einer Wasserwaage. Die Abbildung 3 zeigt die Justierung des Druckwandlers in Höhe der Punktionsstelle am Fußrücken.

Zu Beginn des Versuches steht der Patient ruhig und entspannt, bis sich der Venendruck auf einen konstanten Wert eingestellt hat.

Erst jetzt beginnt die Registrierung. Der Patient wird aufgefordert, 10 Zehenstände innerhalb einer Zeit von 14 Sekunden unter Metronomdictat durchzuführen. Danach muß wiederum in Ruhe abgewartet werden, bis der Ausgangsdruck erreicht ist.

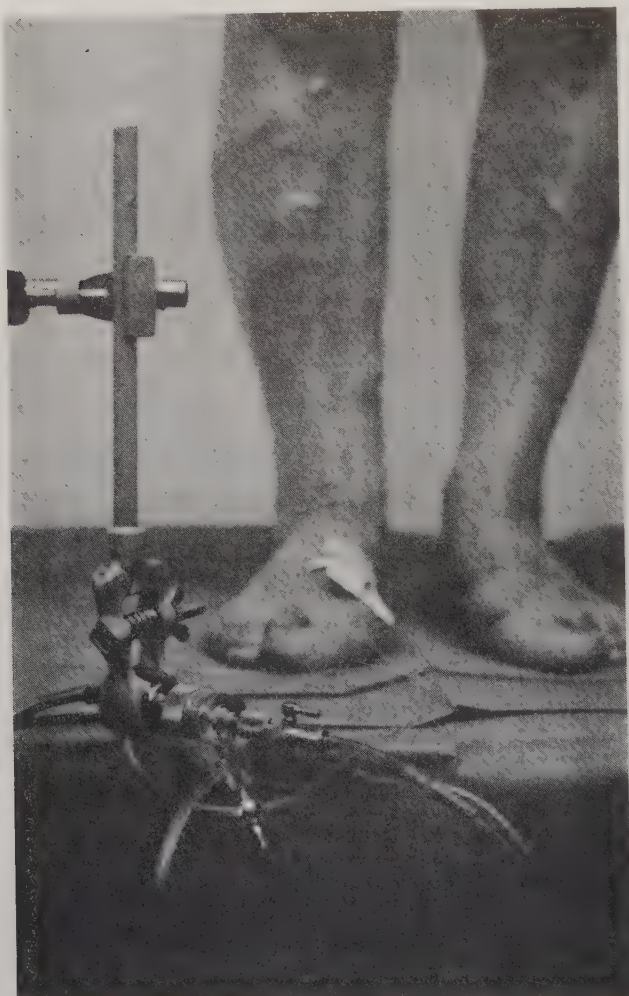


Abb. 3:

Punktionsstelle am Fußrücken mit justiertem Druckwandler

### 2.2.3 Auswertung der Kurven

Bei der Beurteilung wurden folgende Parameter berücksichtigt (Abb. 4).

- |                   |                                                        |
|-------------------|--------------------------------------------------------|
| $P_1$ (Torr)      | = hydrostatischer Ruhedruck im Stehen                  |
| $P_2$ (Torr)      | = tiefster Druck nach Belastung mit Zehenstandsübungen |
| $P_3$ (Torr)      | = hydrostatischer Ruhedruck nach Belastung             |
| $\Delta p$ (Torr) | = absoluter Druckabfall $P_1 - P_2$ unter Belastung    |

- $t_1$  (s) = Druckabfallzeit, vom Beginn des Arbeitsversuches bis zum tiefsten Druck
- $t_2$  (s) = Druckausgleichszeit, vom tiefsten Druckpunkt bis zum Erreichen des Ausgangsdruckes ( $P_1 = P_3$ )
- $\Delta p / t_1$  (Torr/s) = Druckabfallgeschwindigkeit

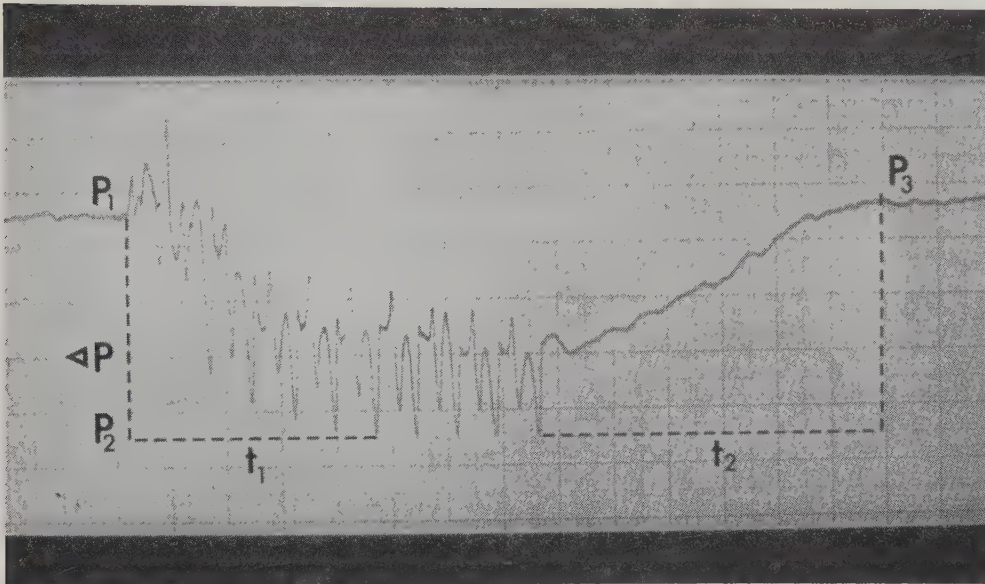


Abb. 4: Normale Venendruckkurve

Unter normalen Bedingungen fällt nach Erreichen eines stabilen Ruhedruckes ( $P_1$ ) die Druckkurve infolge Betätigung der Wadenmuskelpumpe ab. Die Zeit bis zum Erreichen des tiefsten Druckpunktes wird als  $t_1$  bezeichnet. Der tiefste Druck ( $P_2$ ) wird vom Ausgangsdruck ( $P_1$ ) subtrahiert und ergibt den Druckabfall  $\Delta p$ . Als  $t_2$  wird die Zeit definiert, die vergeht, bis der Ruhedruck ( $P_1 = P_3$ ) wieder erreicht ist.

Bei der Stammvarikose der Vena saphena magna im Stadium 4 (Abb. 5) kommt es nur noch zu einem sehr geringen Druckabfall während der Betätigung der Wadenmuskelpumpe, da hier eine signifikante Drainageinsuffizienz des oberflächlichen Venensystems vorliegt. Das heißt, der Druckabfall verringert sich entsprechend der reduzierten Volumenverschiebung. Die Druckausgleichszeit ist auch signifikant verkürzt.

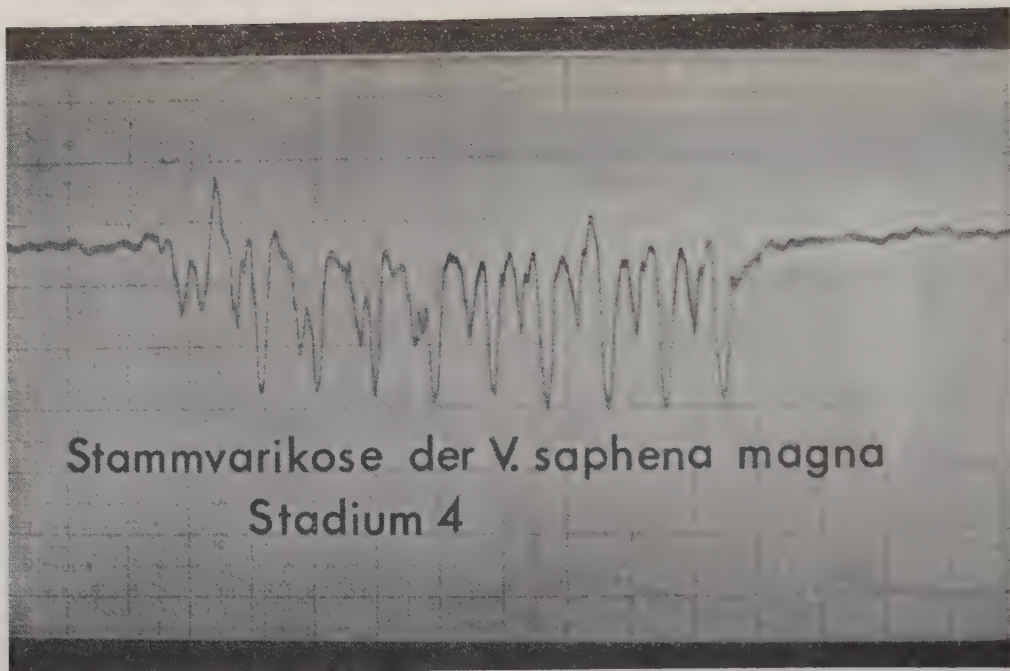


Abb. 5: Venendruckkurve einer Stammvarikose der Vena saphena magna im Stadium 4

### 2.3 Aszendierende Preßphlebographie

Die Röntgenuntersuchung erfolgte mittels der aszendierenden Preßphlebographie nach Hach (27).

Nach einem warmen Fußbad von 5 - 10 Minuten wird am sitzenden Patienten die Vene an der tibialen dorsalen Seite der Großzehe mit einer kurz angeschliffenen Kanüle Nr. 2 punktiert. Vor der Punktion erfolgt, mittels einer Novocain-Quaddel (Dermojet), die Anästhesie der vorgesehenen Punktionsstelle. Nach Anschluß eines Verbindungsschlauches an die Kanüle und Fixierung durch Heftpflasterstreifen legt sich der Patient flach auf den Röntgentisch. Nun wird der Tisch mit

dem Patienten in eine Schräglage von 70 Grad gebracht, wobei sich der Patient an seitlichen Haltegriffen abstützt und die Beine entspannt herabhängen läßt. In dieser Lage ist eine Perforation der Venenwand durch die Nadelspitze seltener möglich als beim Durchführen von Zehenstandsübungen. Nach Injektion von 25 ml Kontrastmittel werden die tiefen Unterschenkelvenen bei Innenrotation des Beines von 30 Grad (erste Aufnahme) dargestellt. Das Kontrastmittel wird in die Vena poplitea gelenkt und der Patient zum Pressen aufgefordert, ohne aber die Beinmuskulatur dabei anzuspannen. Hierbei ist schon eine Insuffizienz der Vena saphena parva, die sich am einwärts gedrehten Bein lateral von der Vena poplitea auf die fibularis projiziert, zu erkennen (zweite Aufnahme). Das Bein wird in die Außenrotation umgelagert. Dabei muß der Patient anhaltend pressen, damit ein vorzeitiger Abfluß des Kontrastmittels verhindert wird. In dieser Außenrotation wird die Vena poplitea in der zweiten Ebene aufgenommen (dritte Aufnahme). Die Abb. 6 zeigt die Bildfolge 1 - 3 der ascendierenden Preßphlebographie, Bild 1 die tiefen Unterschenkelvenen, sowie Bild 2 und 3 die Vena poplitea, dargestellt in zwei Ebenen.



Abb. 6: Bildfolge 1 - 3 der ascendierenden Preßphlebographie

Anschließend erfolgt die Abbildung der Unterschenkelvenen im seitlichen Strahlengang (vierte Aufnahme). Bis zum Beginn der nächsten Untersuchungsphase kann der Patient normal atmen und das Bein wieder in die gerade Haltung bringen. Das Röntgenzielgerät wird jetzt auf die Leistungsregion zentriert und nach erneuter Injektion von 25 ml Kontrastmittel die Vena femoralis durch manuelle Kompression der Wadenmuskulatur dargestellt. Bei anhaltendem Preßversuch wird eine schlußunfähige Mündungsklappe der Vena saphena magna durch den Rückstrom des Kontrastmittels in das insuffiziente Gefäß erkennbar (fünfte Aufnahme). Das letzte Bild (sechste Aufnahme) wird von den Oberschenkelvenen angefertigt. Gleichzeitig werden die Vena femoris superficialis in antegrader und eine insuffiziente Vena saphena magna in retrograder Richtung dargestellt. Abschließend wird bei der Durchleuchtung festgestellt, wie weit sich die insuffiziente Vena saphena magna nach distal verfolgen läßt. Dadurch sind eine Beurteilung des Schweregrades und die Einordnung nach Stadien möglich. In Abb. 7 ist die Bildfolge 4 - 6 der ascendierenden Preßphlebographie ersichtlich. Das Bild 4 zeigt die Unterschenkelvenen im seitlichen Strahlengang, und im Bild 5 ist die Vena femoralis dargestellt. Bild 6 zeigt die Oberschenkelvenen bei der abschließenden Durchleuchtung.

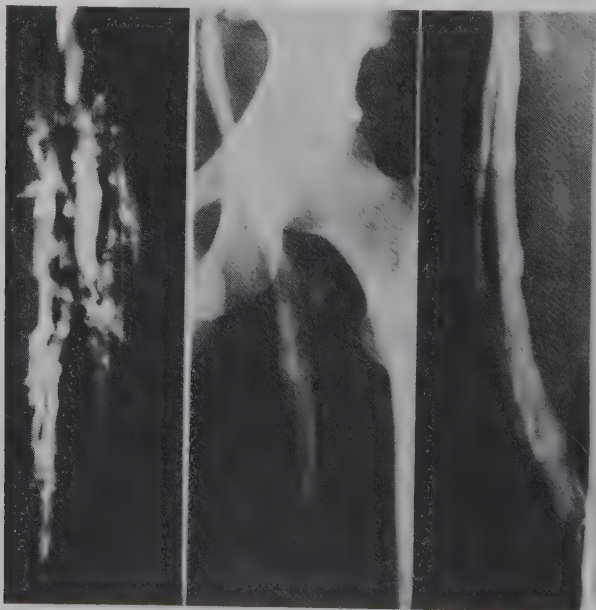


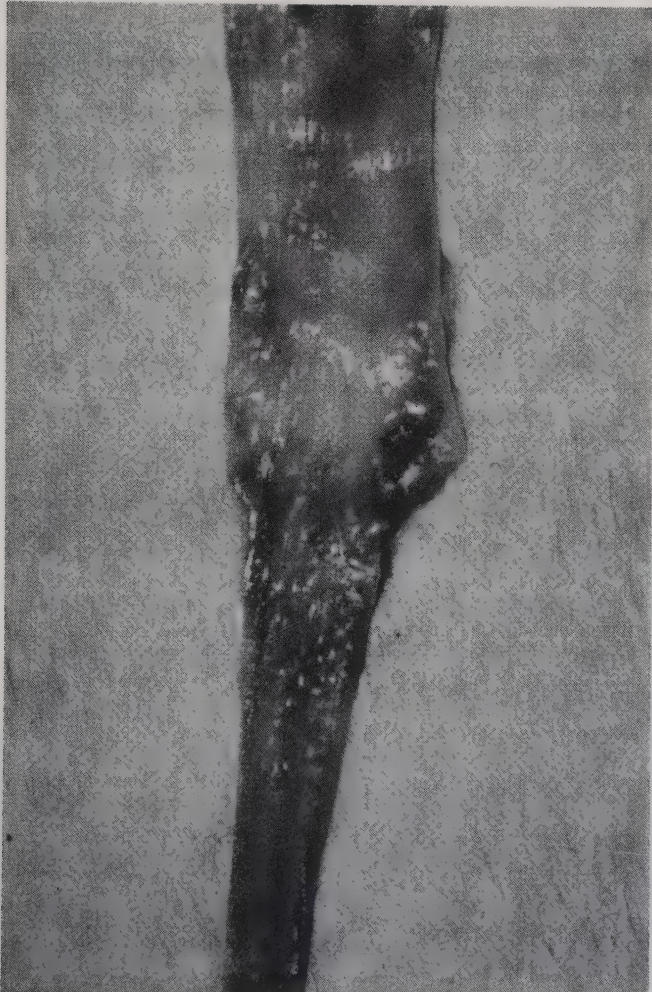
Abb. 7: Bildfolge 4 - 6 der ascendierenden Preßphlebographie

## 2.4 Operationstechnik

Die operative Therapie der primären Varikose bestand in der Ausschaltung der insuffizienten transfaszialen Venen und der davon ausgehenden Varizen (28, 31, 54). Dabei wurde beachtet, daß keine suffizienten Venenabschnitte entfernt wurden. Die Operationen wurden in Intubationsnarkose, Spinal- oder Periduralanästhesie durchgeführt.

### 2.4.1 Operation der Stammvarikose der Vena saphena magna

Die Operation einer Stammvarikose der Vena saphena magna wurde nach der Babcock-Technik, modifiziert nach Hach (28), durchgeführt. Von einem Hautschnitt, in unmittelbarer Umgebung der Leistenfalte, ließ sich das Gefäß darstellen. Nach Unterbin-



bindung aller einmündenden Seitenäste erfolgte die bündige Abtragung des Gefäßes an der Einmündung zur Vena femoralis (Abb. 8), sowie das Stripping mit der Nabatoff-Sonde bis zum Innenknöchel bei der Stammvarikose der Vena saphena magna im Stadium 4.

Abb. 8:

Extirpierter proximaler Anteil einer Vena saphena magna

Bei der Stammvarikose der Vena saphena magna in den Stadien 2 und 3 wurde die selektive Saphenaresektion durchgeführt, wobei sich die Entfernung des Gefäßes nur auf die Strecke der Mündungsregion bis zum distalen Insuffizienzpunkt, handbreit oberhalb bzw. unterhalb vom Knie, beschränkte.

#### 2.4.2 Operation der Perforansvarikose

Bei der Indikationsstellung wurden neben dem Röntgenbefund auch die Ergebnisse der klinischen Untersuchung und der Platten-thermographie nach Tricoir berücksichtigt (27). In der überwiegenden Zahl der Fälle handelte es sich um die mittlere oder obere Cockett'sche Vene. Wir führten zwei Operationstechniken durch, je nach Grad der Hautveränderungen. Bei schweren Hautveränderungen erfolgte die Spaltung der Fascia cruris hinter der Linton'schen Linie innerhalb des intrafaszialen Raumes, um die Verbindungsvene darzustellen, während bei leichteren Hautveränderungen der Schnitt quer in die Spaltlinien gelegt wurde und die Vena perforans epifaszial präpariert werden konnte. In beiden Fällen wurde das Gefäß an der Einmündung zur Vena tibialis posterior abgetragen (28, 54).

#### 2.5 Statistik

Mit Hilfe der Varianzanalyse wurde ein statistischer Vergleich zwischen den Daten der Kontrollgruppe einerseits, und den Ergebnissen der verschiedenen Gruppen vor und nach Varizenoperation andererseits, vorgenommen. Dabei galten folgende Kriterien:

Summe der Abweichungsquadrate (SAQ) der Einzelwerte vom Gruppenmittel ("innerhalb der Stadien") und Summe der Abweichungsquadrate der Gruppenmittelwerte vom Gesamtmittel ("zwischen den Stadien"), Freiheitsgrad (FG) zwischen den fünf Stadien = 4.

Freiheitsgrad innerhalb der Stadien als Summe der Freiheitsgrade der Gruppen:  $23 + 13 + 14 + 14 + 13 = 77$

Prüfquotient aus den mittleren Abweichungsquadratsummen

Beurteilung anhand der F-Funktion.

Grenzwerte für vorliegende Varianzanalyse sind:

$$F_{4;77;0,005} = 2,47 \quad F_{4;77;0,001} = 5,25$$

Zur Lokalisation der Differenzen wurde der multiple t-Test errechnet:

$$\text{Streuungsmaß } s_{in} = \frac{SAQ_{in}}{FG_{in}}, \quad \text{hier } \frac{SAQ_{in}}{77}$$

$$\text{Testquotient } t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s_{in}} \cdot \frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}$$

"in" hier Umfang bzw. Patientenzahl der Stadien.

Die t-Werte für den vorliegenden Freiheitsgrad 77 wurden den Geigy-Tabellen entnommen.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Ergebnisse bei venengesunden Probanden (Tabelle 2)

Zur Ermittlung der Normalwerte untersuchten wir 24 venengesunde Probanden. Die Altersverteilung dieser Personen lag zwischen 19 und 57 Jahren, im Mittel bei 41,4 Jahren (R = 19 - 57).

Die Hälfte der Probanden war männlichen Geschlechts, die andere Hälfte weiblich.

| Patient    | $p_1$ (torr) | $\Delta p$ (torr) | $t_1$ (s) | $\frac{\Delta p}{t_1} \left( \frac{\text{torr}}{\text{s}} \right)$ | $t_2$ (s) | $p_3$ (torr) |
|------------|--------------|-------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------|-----------|--------------|
| 1 ml.      | 100          | 70                | 4         | 17                                                                 | 32        | 100          |
| 2 ml.      | 100          | 80                | 4         | 20                                                                 | 22        | 100          |
| 3 wbl.     | 95           | 70                | 4         | 17                                                                 | 26        | 95           |
| 4 wbl.     | 100          | 55                | 5         | 11                                                                 | 28        | 100          |
| 5 wbl.     | 100          | 55                | 6         | 9                                                                  | 26        | 100          |
| 6 ml.      | 100          | 60                | 6         | 10                                                                 | 23        | 100          |
| 7 ml.      | 100          | 60                | 6         | 10                                                                 | 22        | 100          |
| 8 ml.      | 100          | 75                | 4         | 19                                                                 | 36        | 100          |
| 9 ml.      | 100          | 60                | 4         | 15                                                                 | 28        | 100          |
| 10 ml.     | 110          | 60                | 5         | 12                                                                 | 24        | 110          |
| 11 wbl.    | 90           | 70                | 4         | 17                                                                 | 32        | 90           |
| 12 wbl.    | 90           | 55                | 3         | 15                                                                 | 28        | 90           |
| 13 wbl.    | 90           | 65                | 5         | 12                                                                 | 32        | 90           |
| 14 ml.     | 90           | 70                | 5         | 14                                                                 | 34        | 90           |
| 15 wbl.    | 85           | 65                | 5         | 13                                                                 | 26        | 85           |
| 16 ml.     | 110          | 80                | 5         | 16                                                                 | 26        | 110          |
| 17 wbl.    | 85           | 60                | 5         | 12                                                                 | 28        | 85           |
| 18 wbl.    | 90           | 55                | 6         | 9                                                                  | 26        | 90           |
| 19 wbl.    | 90           | 60                | 5         | 12                                                                 | 24        | 90           |
| 20 wbl.    | 90           | 60                | 5         | 12                                                                 | 34        | 90           |
| 21 ml.     | 75           | 60                | 6         | 10                                                                 | 34        | 75           |
| 22 ml.     | 80           | 65                | 5         | 13                                                                 | 30        | 80           |
| 23 wbl.    | 90           | 65                | 7         | 9                                                                  | 32        | 90           |
| 24 ml.     | 85           | 60                | 5         | 12                                                                 | 28        | 85           |
| $\bar{x}$  | 93,5416      | 63,96             | 4,958     | 13,16                                                              | 28,375    |              |
| $s'$       | 8,657        | 7,369             | 0,9079    | 3,199                                                              | 4,095     |              |
| SAQ        | 1723,958     | 1248,958          | 18,958    | 235,3                                                              | 385,625   |              |
| $\Sigma x$ | 2245         | 1535              | 119       | 316                                                                | 681       |              |

Tabelle 2: Meßdaten der peripheren Phlebodynamometrie bei venengesunden Probanden

### 3.1.1 Männliche Probanden

Der Ruhedruckwert im Stehen betrug  $P_1 = 95,83 \pm 11,04$  Torr. Der absolute Druckabfall  $\Delta p$  ergab  $66,67 \pm 8,07$  Torr. Die Druckabfallzeit  $t_1$  betrug  $4,92 \pm 0,79$  Sekunden. Aus diesem Meßwert und dem absoluten Druckabfall  $\Delta p$  errechneten wir die Druckabfallgeschwindigkeit  $\Delta p/t_1 = 14 \pm 3,2$  Torr/s. Die Druckausgleichszeit  $t_2$  betrug  $28,25 \pm 2,81$  s. Der nach Belastung wieder erreichte Druck  $P_3$  entsprach bei allen Probanden dem Ausgangsruhedruck  $P_1$ .

### 3.1.2 Weibliche Probanden

Der Ruhedruck  $P_1$  im Stehen betrug hier  $91,25 \pm 4,83$  Torr, der absolute Druckabfall  $\Delta p = 61,25 \pm 5,69$  Torr und die Druckabfallzeit  $t_1 = 5,0 \pm 1,04$  s. Die Druckabfallgeschwindigkeit  $\Delta p/t_1$  errechneten wir mit  $12,33 \pm 4,98$  Torr/s und für die Druckausgleichszeit  $t_2 = 28,5 \pm 3,46$  s.  $P_3$  entsprach auch hier dem Ausgangsruhedruck  $P_1$ .

### 3.1.3 Statistik (Tabelle 3)

| Kontrollkollektiv I                 | Symbol         | $P_1 = P_2$ (torr)   |            | $\Delta p$ (torr)    |            | $t_1$ (s)            |             | $t_2$ (s)            |            | $\Delta p/t_1$ <small>Torr/s</small> |            |            |             |
|-------------------------------------|----------------|----------------------|------------|----------------------|------------|----------------------|-------------|----------------------|------------|--------------------------------------|------------|------------|-------------|
|                                     |                | weibl.               | männl.     | weibl.               | männl.     | weibl.               | männl.      | weibl.               | männl.     | weibl.                               | männl.     |            |             |
| Mittelwert                          | $\bar{x}$      | 91,25                | 95,83      | 61,25                | 66,67      | 5,0                  | 4,92        | 28,5                 | 28,25      | 12,33                                | 14,00      |            |             |
| Standardabweichung                  | s              | 4,83                 | 11,04      | 5,69                 | 8,07       | 1,04                 | 0,79        | 3,46                 | 2,81       | 4,98                                 | 3,2        |            |             |
| <u>Bereich der einzelnen Werte:</u> |                |                      |            |                      |            |                      |             |                      |            |                                      |            |            |             |
| Statistische Sicherheit 68 %        | $\bar{x} - s$  | 86,42                | 84,79      | 55,56                | 58,6       | 3,96                 | 4,13        | 25,04                | 25,44      | 7,35                                 | 10,8       |            |             |
|                                     | $\bar{x} + s$  | 96,08                | 106,87     | 66,94                | 74,74      | 6,04                 | 5,71        | 31,96                | 31,06      | 17,31                                | 17,2       |            |             |
| Statistische Sicherheit 95 %        | $\bar{x} - 2s$ | 81,59                | 73,75      | 49,87                | 50,53      | 2,92                 | 3,34        | 21,58                | 22,64      | 2,37                                 | 7,6        |            |             |
|                                     | $\bar{x} + 2s$ | 100,91               | 117,91     | 72,63                | 82,81      | 7,08                 | 6,5         | 35,42                | 33,87      | 22,29                                | 20,4       |            |             |
| t - errechnet                       | $\hat{t}$      | 1,317                |            | 1,900                |            | 0,220                |             | 1,295                |            | 0,146                                |            |            |             |
| t - theoretisch                     | t              | Q05<br>207           | Q01<br>282 | Q001<br>379          | Q05<br>207 | Q01<br>282           | Q001<br>379 | Q05<br>207           | Q01<br>282 | Q001<br>379                          | Q05<br>207 | Q01<br>282 | Q001<br>379 |
| $\hat{t} < t$                       | -              | nicht<br>signifikant |            | nicht<br>signifikant |            | nicht<br>signifikant |             | nicht<br>signifikant |            | nicht<br>signifikant                 |            |            |             |
| $\hat{t} > t$                       | -              | -                    |            | -                    |            | -                    |             | -                    |            | -                                    |            |            |             |

Tabelle 3: Parameter der peripheren Phlebodynamometrie bei je 12 weiblichen und männlichen Probanden, ohne Krankheiten des peripheren Venensystems. Berechnung der statistischen Signifikanzen zum Ausschluß geschlechtsspezifischer Differenzen

Bei dem Kollektiv der venengesunden Probanden wurden für die männlichen und weiblichen Personen die Mittelwerte mit den dazugehörigen Standardabweichungen getrennt ermittelt und im t-Test für unabhängige Stichproben verglichen. Dadurch konnten geschlechtsspezifische Differenzen ausgeschlossen werden. Bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % waren keine signifikanten Unterschiede zwischen Männern und Frauen festzustellen. Auf der Grundlage dieser Aussage mußte eine weitere Unterteilung der Geschlechter nicht mehr vorgenommen werden. Den nachfolgenden Untersuchungen wurden nun die neuen Mittelwerte mit den dazugehörigen Standardabweichungen zugrunde gelegt, d.h. die Mittelwerte der männlichen Versuchspersonen und die Mittelwerte der weiblichen Versuchspersonen mit ihren Standardabweichungen.

### 3.2 Ergebnisse bei Patienten mit Stammvarikose der Vena saphena magna im Stadium 2 - vor und nach Operation (Tabelle 4)

| Patient   | p <sub>2</sub> = p <sub>3</sub> (torr) |         |         | Δ- p (torr)           |        |        | t <sub>1</sub> (s)    |       |      | t <sub>2</sub> (s)    |        |         | Δp/t <sub>1</sub> (torr/s) |        |                  |
|-----------|----------------------------------------|---------|---------|-----------------------|--------|--------|-----------------------|-------|------|-----------------------|--------|---------|----------------------------|--------|------------------|
|           | Operation<br>vor nach                  |         |         | Operation<br>vor nach |        |        | Operation<br>vor nach |       |      | Operation<br>vor nach |        |         | Operation<br>vor nach      |        |                  |
| 1 wbl.    | 90                                     | 95      | (+5)    | 65                    | 70     | (+5)   | 3                     | 3     | (0)  | 30                    | 27     | (-3)    | 21                         | 18     | (-3)             |
| 2 wbl.    | 90                                     | 90      | (0)     | 70                    | 70     | (0)    | 5                     | 4     | (+1) | 35                    | 28     | (-7)    | 14                         | 17     | (+3)             |
| 3 wbl.    | 100                                    | 95      | (-5)    | 70                    | 65     | (-5)   | 5                     | 5     | (0)  | 43                    | 32     | (-11)   | 14                         | 12     | (-2)             |
| 4 wbl.    | 80                                     | 80      | (0)     | 60                    | 70     | (+10)  | 5                     | 5     | (0)  | 30                    | 29     | (-1)    | 12                         | 13     | (+1)             |
| 5 wbl.    | 95                                     | 90      | (-5)    | 60                    | 65     | (+5)   | 4                     | 4     | (0)  | 16                    | 20     | (+4)    | 15                         | 16     | (+1)             |
| 6 ml.     | 100                                    | 95      | (-5)    | 55                    | 65     | (+10)  | 4                     | 4     | (0)  | 17                    | 18     | (+1)    | 14                         | 14     | (0)              |
| 7 wbl.    | 85                                     | 85      | (0)     | 60                    | 60     | (0)    | 3                     | 4     | (-1) | 30                    | 27     | (-3)    | 20                         | 15     | (-5)             |
| 8 wbl.    | 90                                     | 90      | (0)     | 65                    | 60     | (-5)   | 4                     | 4     | (0)  | 28                    | 32     | (+4)    | 21                         | 16     | (-5)             |
| 9 wbl.    | 85                                     | 90      | (+5)    | 60                    | 55     | (-5)   | 3                     | 4     | (-1) | 17                    | 19     | (+2)    | 20                         | 17     | (-3)             |
| 10 wbl.   | 95                                     | 100     | (+5)    | 60                    | 55     | (-5)   | 5                     | 5     | (0)  | 21                    | 25     | (+4)    | 12                         | 11     | (-1)             |
| 11 wbl.   | 80                                     | 80      | (0)     | 65                    | 65     | (0)    | 4                     | 3     | (+1) | 20                    | 21     | (+1)    | 18                         | 16     | (-2)             |
| 12 wbl.   | 95                                     | 90      | (-5)    | 55                    | 60     | (+5)   | 4                     | 3     | (+1) | 26                    | 28     | (+2)    | 16                         | 17     | (+1)             |
| 13 wbl.   | 100                                    | 100     | (0)     | 60                    | 60     | (0)    | 4                     | 4     | (0)  | 29                    | 33     | (+4)    | 20                         | 16     | (-4)             |
| 14 ml.    | 90                                     | 90      | (0)     | 70                    | 75     | (+5)   | 3                     | 4     | (-1) | 21                    | 30     | (+9)    | 23                         | 17     | (-7)             |
| $\bar{x}$ | 91,07                                  | 90,71   | 0,357   | 62,5                  | 63,93  | 1,429  | 4,0                   | 4,0   | 0    | 25,93                 | 26,36  | 0,4266  | 17,14                      | 15,286 | 1,857            |
| s'        | 6,84                                   | 6,16    | 3,65    | 5,095                 | 5,94   | 5,095  | 0,784                 | 0,679 |      | 7,74                  | 5,03   | 5,125   | 3,697                      | 2,054  | 2,852            |
| SAQ       | 608,928                                | 492,857 | t=0,366 | 337,5                 | 458,93 | t=1,00 | 8,0                   | 6,0   |      | 778928                | 329214 | t=0,313 | 17771                      | 54857  | t=2436<br>p<0,05 |

Tabelle 4: Meßdaten der peripheren Phlebodynamometrie bei Patienten mit einer Stammvarikose der Vena saphena magna im Stadium 2, vor und nach Operation

In dieser Gruppe untersuchten wir 14 Patienten. Der Ruhedruck  $P_1$  betrug  $91,07 \text{ Torr} \pm 6,84$  und der Druckabfall  $\Delta p$   $62,5 \text{ Torr} \pm 5,095$ . Dividiert durch die Druckabfallszeit  $t_1$   $4,0 \pm 0,78 \text{ s}$  errechneten wir für die Druckabfallgeschwindigkeit  $\Delta p/t_1$   $17,14 \pm 3,69 \text{ Torr/s}$ . Die Druckausgleichszeit  $t_2$  betrug  $25,93 \pm 7,74 \text{ s}$ .

### 3.2.1 Prä- und postoperative Ergebnisse

Die prä- und postoperativen Werte der 14 in dieser Gruppe zusammengefaßten Probanden, mit einer röntgenologisch nachgewiesenen Stammvarikose der Vena saphena magna im Stadium 2 ohne größere Seitenastvarikose am distalen Insuffizienzpunkt, zeigten keine signifikanten Unterschiede (Tabelle 5).

### 3.2.2 Statistik

|                           |           |          |          |                   |       |         |           |       |
|---------------------------|-----------|----------|----------|-------------------|-------|---------|-----------|-------|
| $F_1$                     |           |          | FG       |                   |       |         |           |       |
| SAQ zwischen den Stadien  |           | 817,42   | 4        | $\hat{F} = 1,708$ |       |         |           |       |
| SAQ innerhalb der Stadien |           | 8.962,89 | 77       | nicht sign.       |       |         |           |       |
| $\Delta_{SA}$             |           |          | FG       |                   |       |         |           |       |
| SAQ zwischen den Stadien  |           | 35.879,2 | 4        | $\hat{F} = 204,1$ |       |         |           |       |
| SAQ innerhalb der Stadien |           | 2.346,5  | 77       | $p < 0,001$       |       |         |           |       |
| Multipler t-Test          |           |          |          |                   |       |         |           |       |
| Vergl.                    | $\hat{t}$ | p <      | Vergl.   | $\hat{t}$         | p <   | Vergl.  | $\hat{t}$ | p <   |
| K / II                    | 0,79      | n.s.     | II / III | 13,89             | 0,001 | III / V | 9,26      | 0,001 |
| K / III                   | 16,49     | 0,001    | II / IV  | 20,72             | 0,001 | IV / V  | 2,41      | 0,05  |
| K / IV                    | 24,19     | 0,001    | II / V   | 22,77             | 0,001 |         |           |       |
| K / V                     | 26,38     | 0,001    | III / IV | 6,95              | 0,001 |         |           |       |
| $t_1$                     |           |          | FG       |                   |       |         |           |       |
| SAQ zwischen den Stadien  |           | 103,62   | 4        | $\hat{F} = 14,00$ |       |         |           |       |
| SAQ innerhalb der Stadien |           | 142,43   | 77       | $p < 0,001$       |       |         |           |       |
| Multipler t-Test          |           |          |          |                   |       |         |           |       |
| Vergl.                    | $\hat{t}$ | p <      | Vergl.   | $\hat{t}$         | p <   | Vergl.  | $\hat{t}$ | p <   |
| V / II                    | 2,10      | 0,05     | II / III | 2,64              | 0,025 | III / V | 2,59      | 0,025 |
| K / III                   | 0,83      | n.s.     | II / IV  | 6,47              | 0,001 | IV / V  | 1,25      | n.s.  |
| K / IV                    | 5,16      | 0,001    | II / V   | 5,14              | 0,001 |         |           |       |
| K / V                     | 3,67      | 0,001    | III / IV | 3,91              | 0,001 |         |           |       |
| $t_2$                     |           |          | FG       |                   |       |         |           |       |
| SAQ zwischen den Stadien  |           | 11.554,0 | 4        | $\hat{F} = 178,3$ |       |         |           |       |
| SAQ innerhalb der Stadien |           | 1.247,4  | 77       | $p < 0,001$       |       |         |           |       |
| Multipler t-Test          |           |          |          |                   |       |         |           |       |
| Vergl.                    | $\hat{t}$ | p <      | Vergl.   | $\hat{t}$         | p <   | Vergl.  | $\hat{t}$ | p <   |
| K / II                    | 1,81      | n.s.     | II / III | 13,28             | 0,001 | III / V | 2,19      | 0,05  |
| K / III                   | 16,83     | 0,001    | II / IV  | 15,60             | 0,001 | IV / V  | 0,13      | n.s.  |
| K / IV                    | 19,46     | 0,001    | II / V   | 15,21             | 0,001 |         |           |       |
| K / V                     | 18,91     | 0,001    | III / IV | 2,36              | 0,05  |         |           |       |
| $\Delta_D/t_1$            |           |          | FG       |                   |       |         |           |       |
| SAQ zwischen den Stadien  |           | 2.727,7  | 4        | $\hat{F} = 113,9$ |       |         |           |       |
| SAQ innerhalb der Stadien |           | 460,9    | 77       | $p < 0,001$       |       |         |           |       |
| Multipler t-Test          |           |          |          |                   |       |         |           |       |
| Vergl.                    | $\hat{t}$ | p <      | Vergl.   | $\hat{t}$         | p <   | Vergl.  | $\hat{t}$ | p <   |
| K / II                    | 4,83      | 0,001    | II / III | 11,05             | 0,001 | III / V | 4,70      | 0,001 |
| K / III                   | 0,57      | 0,001    | II / IV  | 15,85             | 0,001 | IV / V  | 0,80      | n.s.  |
| K / IV                    | 12,96     | 0,001    | II / V   | 16,37             | 0,001 |         |           |       |
| K / V                     | 13,58     | 0,001    | III / IV | 3,96              | 0,001 |         |           |       |

Tabelle 5: Varianzanalyse der einzelnen Meßwerte der peripheren Phlebodynamometrie vor der Operation zur Bestimmung der Signifikanz des Unterschieds zwischen den Stadien

Im t-Test ergaben sich für die wichtigsten Daten delta-p und t<sub>2</sub> keine signifikanten Unterschiede zur Gruppe der venengesunden Probanden.

3.3 Ergebnisse bei Patienten mit Stammvarikose der Vena saphena magna im Stadium 3 - vor und nach Operation

In dieser Gruppe faßten wir 15 Patienten zusammen (Tabelle 6).

3.3.1 Präoperative Ergebnisse

Der Ruhedruck betrug  $88,0 \pm 12,507$  Torr und der Druckabfall  $\Delta p = 34,0 \pm 5,41$  Torr. Dividiert durch die Druckabfallszeit  $t_1 = 5,3 \pm 1,58$  s errechneten wir für die Druckabfallgeschwindigkeit  $\Delta p/t_1 = 6,26$  Torr/s. Die Druckausgleichszeit t<sub>2</sub> betrug  $6,06 \pm 1,94$  s.

| Patient   | p <sub>1</sub> (torr) |        | Δp (torr)     |       | t <sub>1</sub> (s) |       | t <sub>2</sub> (s) |       | Δp/t <sub>1</sub> (torr/s) |       | p <sub>3</sub> (torr) |      |
|-----------|-----------------------|--------|---------------|-------|--------------------|-------|--------------------|-------|----------------------------|-------|-----------------------|------|
|           | Operation vor         | nach   | Operation vor | nach  | Operation vor      | nach  | Operation vor      | nach  | Operation vor              | nach  | Operation vor         | nach |
| 1 ml.     | 75                    | 90     | 30            | 60    | 7                  | 2     | 4                  | 38    | 4                          | 30    | 75                    | 95   |
| 2 wbl.    | 90                    | 90     | 40            | 50    | 3                  | 3     | 4                  | 28    | 8                          | 17    | 90                    | 90   |
| 3 ml.     | 95                    | 95     | 40            | 60    | 4                  | 4     | 5                  | 20    | 8                          | 10    | 95                    | 95   |
| 4 ml.     | 95                    | 95     | 45            | 60    | 6                  | 3     | 5                  | 20    | 7                          | 20    | 95                    | 95   |
| 5 wbl.    | 90                    | 90     | 35            | 50    | 5                  | 3     | 6                  | 26    | 7                          | 10    | 90                    | 90   |
| 6 ml.     | 95                    | 95     | 30            | 50    | 3                  | 2     | 7                  | 25    | 8                          | 10    | 95                    | 95   |
| 7 wbl.    | 100                   | 100    | 30            | 40    | 4                  | 4     | 8                  | 26    | 7                          | 10    | 100                   | 100  |
| 8 wbl.    | 90                    | 90     | 35            | 55    | 6                  | 4     | 8                  | 32    | 6                          | 14    | 90                    | 90   |
| 9 wbl.    | 95                    | 95     | 35            | 55    | 5                  | 3     | 3                  | 25    | 7                          | 18    | 95                    | 95   |
| 10 wbl.   | 85                    | 90     | 25            | 35    | 4                  | 3     | 3                  | 24    | 6                          | 12    | 85                    | 90   |
| 11 ml.    | 90                    | 75     | 40            | 50    | 6                  | 3     | 8                  | 36    | 6                          | 16    | 90                    | 75   |
| 12 wbl.   | 50                    | 60     | 30            | 45    | 6                  | 3     | 8                  | 28    | 5                          | 15    | 50                    | 60   |
| 13 ml.    | 80                    | 80     | 35            | 50    | 8                  | 3     | 8                  | 25    | 4                          | 18    | 80                    | 80   |
| 14 ml.    | 90                    | 90     | 30            | 50    | 5                  | 2     | 6                  | 25    | 7                          | 25    | 90                    | 90   |
| 15 ml.    | 100                   | 90     | 30            | 50    | 8                  | 5     | 8                  | 32    | 4                          | 10    | 100                   | 95   |
| $\bar{x}$ | 88                    | 88,3   | 34            | 50,6  | 5,3                | 3,13  | 6,06               | 27,3  | 6,26                       | 15,6  |                       |      |
| s'        | 12,507                | 9,94   | 5,41          | 7,04  | 1,589              | 0,834 | 1,94               | 5,19  | 1,437                      | 5,98  |                       |      |
| SAQ       | 2190                  | 1383,3 | 410           | 693,3 | 35,3               | 9,73  | 52,93              | 377,3 | 28,93                      | 501,3 |                       |      |

Tabelle 6: Meßdaten der peripheren Phlebodynamometrie bei Patienten mit einer Stammvarikose der Vena saphena magna im Stadium 3, vor und nach Operation

### 3.3.2 Postoperative Ergebnisse

Der Ruhedruck  $P_1$  stieg auf  $88,3 \pm 9,94$  Torr und der Druckabfall  $\Delta p$  auf  $50,6 \pm 7,04$  Torr. Die Druckabfallzeit  $t_1$  ergab  $3,1 \pm 0,834$  s. Daraus errechnete sich für die Druckabfallgeschwindigkeit  $\Delta p/t_1 = 15,6 \pm 5,98$  Torr/s. Die Druckausgleichszeit  $t_2$  erhöhte sich auf  $27,3 \pm 5,19$  s.

### 3.3.3 Statistik

Hier war der Ausgangsruhedruck  $P_1$  gleich dem Enddruck  $P_3$ . Prä- und postoperativ bestand kein signifikanter Unterschied dieser Meßgrößen. Alle anderen Parameter,  $\Delta p$ ,  $t_1$ ,  $t_2$  und  $\Delta p/t_1$ , zeigten jedoch einen höchst signifikanten Unterschied in ihrem prä- und postoperativen Verhalten.

### 3.4 Ergebnisse bei Patienten mit Stammvarikose der Vena saphena magna im Stadium 4 - vor und nach Operation

In dieser Gruppe wurden 15 Patienten zusammengefaßt (Tabelle 7).

| Patient   | $P_1$ (torr)  |                | $\Delta p$ (torr) |                | $t_1$ (s)     |                | $t_2$ (s)     |                | $\frac{\Delta p}{t_1}$ (torr/s) |                | $P_3$ (torr)  |                |
|-----------|---------------|----------------|-------------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------------------------|----------------|---------------|----------------|
|           | Operation vor | Operation nach | Operation vor     | Operation nach | Operation vor | Operation nach | Operation vor | Operation nach | Operation vor                   | Operation nach | Operation vor | Operation nach |
| 1 ml.     | 100           | 110            | 15                | 30             | 9             | 4              | 2             | 12             | 2                               | 7              | 100           | 110            |
| 2 wbl.    | 90            | 100            | 20                | 45             | 7             | 3              | 3             | 10             | 3                               | 15             | 90            | 100            |
| 3 wbl.    | 85            | 100            | 25                | 40             | 7             | 4              | 5             | 36             | 3                               | 10             | 85            | 100            |
| 4 wbl.    | 80            | 90             | 25                | 40             | 6             | 4              | 3             | 24             | 4                               | 6              | 80            | 90             |
| 5 wbl.    | 95            | 95             | 20                | 40             | 6             | 4              | 2             | 24             | 3                               | 10             | 95            | 95             |
| 6 wbl.    | 50            | 70             | 20                | 40             | 9             | 4              | 3             | 24             | 2                               | 10             | 50            | 70             |
| 7 wbl.    | 95            | 65             | 15                | 60             | 6             | 4              | 2             | 20             | 3                               | 15             | 95            | 65             |
| 8 wbl.    | 75            | 80             | 15                | 30             | 8             | 4              | 2             | 20             | 2                               | 14             | 75            | 80             |
| 9 ml.     | 80            | 80             | 20                | 55             | 7             | 4              | 2             | 22             | 3                               | 14             | 80            | 80             |
| 10 wbl.   | 100           | 100            | 20                | 45             | 7             | 4              | 2             | 14             | 3                               | 11             | 100           | 100            |
| 11 wbl.   | 95            | 90             | 20                | 45             | 8             | 4              | 2             | 18             | 3                               | 11             | 95            | 90             |
| 12 wbl.   | 85            | 90             | 20                | 45             | 8             | 4              | 2             | 20             | 2                               | 11             | 85            | 90             |
| 13 wbl.   | 80            | 80             | 25                | 50             | 7             | 4              | 4             | 26             | 3                               | 12             | 80            | 80             |
| 14 ml.    | 100           | 90             | 20                | 35             | 8             | 4              | 3             | 12             | 2                               | 9              | 100           | 90             |
| 15 wbl.   | 95            | 90             | 20                | 50             | 6             | 4              | 2             | 36             | 3                               | 12             | 95            | 90             |
| $\bar{x}$ | 87            | 88,6           | 20                | 45,3           | 7,26          | 3,93           | 2,60          | 21,2           | 2,73                            | 11,13          |               |                |
| s'        | 13,20         | 12,02          | 3,273             | 8,55           | 10,33         | 0,258          | 0,910         | 7,78           | 0,594                           | 2,67           |               |                |
| SAQ       | 2440          | 2023,33        | 150,0             | 1023,3         | 14,93         | 0,93           | 11,6          | 846,4          | 4,93                            | 99,73          |               |                |

Tabelle 7: Meßdaten der peripheren Phlebodynamometrie bei Patienten mit einer Stammvarikose der Vena saphena magna im Stadium 4, vor und nach Operation

#### 3.4.1 Präoperative Ergebnisse

Der Ruhedruck  $P_1$  betrug  $87,0 \pm 13,2$  Torr. Der absolute Druckabfall  $\Delta p$  lag in diesem Stadium bei  $20,0 \text{ Torr} \pm 3,273$ . Dementsprechend war die Druckabfallgeschwindigkeit  $\Delta p/t_1$  nur  $2,73 \pm 0,594$  Torr/s, da die Druckabfallzeit  $t_1 = 7,26 \pm 1,03$  s betrug. Die Druckausgleichszeit  $t_2$  lag bei  $2,6 \pm 0,91$  s.

#### 3.4.2 Postoperative Ergebnisse

Der Ruhedruck  $P_1$  lag bei  $88,6 \text{ Torr} \pm 12,02$  und der absolute Druckabfall  $\Delta p$  stieg auf  $45,3 \pm 8,55$  Torr. Die Druckabfallzeit  $t_1$  war  $3,93 \pm 0,258$  s. Daraus ergab sich für die Druckabfallgeschwindigkeit  $\Delta p/t_1 = 11,13 \pm 2,67$  Torr/s. Die Druckausgleichszeit  $t_2$  erhöhte sich auf  $21,2 \pm 7,78$  s.

#### 3.4.3 Statistik

Der Ausgangsruhedruck  $P_1$  war in diesem Stadium gleich dem Enddruck  $P_3$  und es gab keinen signifikanten Unterschied zwischen beiden. Die anderen Parameter,  $\Delta p$ ,  $t_1$ ,  $t_2$  und  $\Delta p/t_1$ , zeigten jedoch wiederum einen höchst signifikanten Unterschied in ihrem prä- und postoperativen Verhalten.

#### 3.5 Ergebnisse bei Patienten mit Stammvarikose der Vena saphena magna in Kombination mit Perforansinsuffizienz - vor und nach Operation

In dieser Gruppe wurden 14 Patienten (Tabelle 8) untersucht.

| Patient   | $P_1$ (torr)     |        | $\Delta P$ (torr) |        | $t_1$ (s)        |        | $t_2$ (s)        |        | $\frac{\Delta P}{t_1}$ (torr/s) |        | $P_2$ (torr)     |      |
|-----------|------------------|--------|-------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|---------------------------------|--------|------------------|------|
|           | Operation<br>vor | nach   | Operation<br>vor  | nach   | Operation<br>vor | nach   | Operation<br>vor | nach   | Operation<br>vor                | nach   | Operation<br>vor | nach |
| 1 ml.     | 90               | 100    | 20                | 30     | 11               | 6      | 4                | 10     | 2                               | 3      | 90               | 90   |
| 2 wbl.    | 85               | 100    | 20                | 40     | 8                | 4      | 6                | 14     | 2                               | 10     | 80               | 100  |
| 3 wbl.    | 85               | 100    | 15                | 35     | 8                | 6      | 3                | 16     | 1                               | 6      | 85               | 100  |
| 4 wbl.    | 80               | 80     | 15                | 40     | 2                | 5      | 2                | 10     | 2                               | 8      | 80               | 80   |
| 5 wbl.    | 65               | 95     | 10                | 40     | 4                | 5      | 2                | 18     | 2                               | 8      | 65               | 95   |
| 6 ml.     | 75               | 90     | 15                | 50     | 6                | 4      | 2                | 24     | 2                               | 12     | 75               | 90   |
| 7 wbl.    | 60               | 85     | 20                | 50     | 6                | 4      | 4                | 16     | 3                               | 12     | 60               | 85   |
| 8 ml.     | 95               | 95     | 15                | 40     | 6                | 4      | 2                | 20     | 2                               | 10     | 95               | 95   |
| 9 ml.     | 100              | 95     | 20                | 55     | 4                | 3      | 2                | 22     | 5                               | 19     | 100              | 95   |
| 10 ml.    | 80               | 80     | 10                | 50     | 8                | 3      | 2                | 20     | 1                               | 17     | 80               | 80   |
| 11 ml.    | 85               | 80     | 15                | 45     | 7                | 4      | 3                | 22     | 2                               | 11     | 85               | 80   |
| 12 wbl.   | 100              | 100    | 15                | 40     | 7                | 3      | 2                | 24     | 2                               | 13     | 100              | 100  |
| 13 wbl.   | 100              | 100    | 10                | 50     | 8                | 3      | 3                | 20     | 1                               | 17     | 100              | 100  |
| 14 ml.    | 90               | 90     | 10                | 40     | 8                | 3      | 2                | 24     | 1                               | 13     | 90               | 90   |
| $\bar{x}$ | 85               | 92,14  | 15,0              | 43,2   | 6,64             | 4,07   | 2,79             | 18,57  | 2,0                             | 11,36  |                  |      |
| $s'$      | 18,40            | 8,02   | 3,92              | 6,96   | 2,24             | 1,07   | 1,19             | 4,80   | 1,038                           | 4,41   |                  |      |
| SAQ       | 2000             | 835,71 | 200               | 630,86 | 65,21            | 14,929 | 18,357           | 299,43 | 14,00                           | 253,21 |                  |      |

Tabelle 8: Meßdaten der peripheren Phlebodynamometrie bei Patienten mit einer Stammvarikose der Vena saphena magna im Stadium 4 mit Perforansinsuffizienz, vor und nach Operation

### 3.5.1 Präoperative Ergebnisse

Der Ruhedruck  $P_1$  betrug  $85,0 \pm 18,4$  Torr und der absolute Druckabfall  $\Delta p = 15,0 \pm 3,92$  Torr. Die Druckabfallzeit  $t_1$  betrug  $6,64 \pm 2,24$  s. Daraus ergab sich für die Druckabfallgeschwindigkeit  $\Delta p/t_1 = 2,0 \pm 1,038$  Torr/s. Die Druckausgleichszeit  $t_2$  betrug  $2,79 \pm 1,19$  s.

### 3.5.2 Postoperative Ergebnisse

Der Ruhedruck  $P_1$  lag bei  $92,14 \pm 8,02$  Torr und der absolute Druckabfall  $\Delta p$  stieg auf  $43,2 \pm 6,96$  Torr. Die Druckabfallzeit  $t_1$  ergab  $4,0 \pm 1,07$  s. Daraus errechnete sich für die Druckabfallgeschwindigkeit  $\Delta p/t_1 = 11,36 \pm 4,1$  Torr/s. Die Druckausgleichszeit  $t_2$  erhöhte sich von 2,79 auf  $18,57 \pm 4,8$  s.

### 3.5.3 Statistik

| Stadium                            |              | $\bar{x}_1$ |       | $\Delta p$ |      | $t_1$ |      | $t_2$ |       | $\Delta p/t_1$ |       |
|------------------------------------|--------------|-------------|-------|------------|------|-------|------|-------|-------|----------------|-------|
|                                    |              | vor         | nach  | vor        | nach | vor   | nach | vor   | nach  | vor            | nach  |
| Kontr.<br>n=24                     | $\bar{x}$    | 93,5        |       | 64,0       |      | 4,96  |      | 8,4   |       | 13,2           |       |
|                                    | S            | 8,66        |       | 7,37       |      | 0,91  |      | 4,10  |       | 3,20           |       |
|                                    | $\bar{x}-S$  | 84,8        |       | 56,6       |      | 4,05  |      | 24,3  |       | 10,0           |       |
|                                    | $\bar{x}+S$  | 102,2       |       | 71,4       |      | 5,87  |      | 32,5  |       | 16,4           |       |
|                                    | $\bar{x}-2S$ | 76,2        |       | 49,3       |      | 3,14  |      | 20,2  |       | 6,8            |       |
|                                    | $\bar{x}+2S$ | 110,8       |       | 78,7       |      | 6,78  |      | 36,6  |       | 19,6           |       |
| II<br>n=14                         | $\bar{x}$    | 91,1        | 90,7  | 62,5       | 63,9 | 4,00  | 4,00 | 25,9  | 26,4  | 7,1            | 15,3  |
|                                    | S            | 6,84        | 6,16  | 5,10       | 5,94 | 0,78  | 0,68 | 7,74  | 5,03  | 3,70           | 2,05  |
|                                    | $\hat{p}$    | 0,36        |       | 1,00       |      | 0,1   |      | 0,31  |       | 2,1            |       |
|                                    | p<           | n.s.        |       | n.s.       |      | n.s.  |      | n.s.  |       | 0,05           |       |
|                                    | $\bar{x}-S$  | 84,3        | 84,5  | 57,4       | 58,0 | 3,22  | 3,32 | 18,2  | 21,4  | 13,4           | 13,3  |
| III<br>n=15                        | $\bar{x}+S$  | 97,9        | 96,9  | 67,6       | 69,8 | 4,78  | 4,68 | 33,6  | 31,4  | 20,8           | 17,4  |
|                                    | $\bar{x}-2S$ | 77,4        | 78,4  | 52,3       | 52,0 | 2,44  | 2,64 | 10,4  | 16,4  | 9,7            | 11,2  |
|                                    | $\bar{x}+2S$ | 104,8       | 103,0 | 72,7       | 75,8 | 5,56  | 5,36 | 41,4  | 36,4  | 24,5           | 19,4  |
|                                    | $\hat{p}$    | 0,19        |       | 11,60      |      | 5,28  |      | 16,31 |       | 5,54           |       |
|                                    | p<           | n.s.        |       | 0,001      |      | 0,001 |      | 0,001 |       | 0,001          |       |
| IV<br>n=15                         | $\bar{x}-S$  | 75,5        | 78,4  | 28,6       | 43,6 | 3,74  | 2,30 | 4,13  | 22,1  | 4,83           | 9,69  |
|                                    | $\bar{x}+S$  | 100,5       | 98,2  | 39,4       | 57,7 | 6,92  | 3,96 | 8,01  | 32,5  | 7,71           | 21,65 |
|                                    | $\bar{x}-2S$ | 63,0        | 68,4  | 23,2       | 36,6 | 2,15  | 1,47 | 2,19  | 16,9  | 3,39           | 3,71  |
|                                    | $\bar{x}+2S$ | 113,0       | 108,2 | 44,8       | 64,7 | 8,51  | 4,79 | 9,95  | 37,7  | 9,15           | 27,63 |
|                                    | $\hat{p}$    | 0,54        |       | 9,91       |      | 12,33 |      | 9,65  |       | 11,85          |       |
|                                    | p<           | n.s.        |       | 0,001      |      | 0,001 |      | 0,001 |       | 0,001          |       |
| IV u.<br>Perf.-<br>insuff.<br>n=14 | $\bar{x}-S$  | 73,8        | 76,6  | 16,7       | 36,8 | 6,24  | 3,67 | 1,69  | 13,32 | 2,14           | 8,46  |
|                                    | $\bar{x}+S$  | 100,2       | 100,6 | 23,3       | 53,9 | 8,30  | 4,19 | 3,51  | 28,98 | 3,32           | 13,80 |
|                                    | $\bar{x}-2S$ | 60,6        | 64,6  | 13,5       | 28,2 | 5,21  | 3,41 | 0,78  | 5,54  | 1,55           | 5,79  |
|                                    | $\bar{x}+2S$ | 113,4       | 112,6 | 26,5       | 62,4 | 9,33  | 4,45 | 4,42  | 36,76 | 3,91           | 16,47 |
|                                    | $\hat{p}$    | 2,38        |       | 12,83      |      | 3,99  |      | 10,72 |       | 8,23           |       |
|                                    | p<           | 0,05        |       | 0,001      |      | 0,01  |      | 0,001 |       | 0,001          |       |
|                                    | $\bar{x}-S$  | 72,6        | 84,1  | 11,1       | 36,2 | 4,40  | 3,00 | 1,60  | 13,77 | 0,96           | 6,95  |
|                                    | $\bar{x}+S$  | 97,4        | 100,1 | 18,9       | 50,2 | 8,88  | 5,14 | 3,98  | 23,37 | 3,04           | 15,77 |
|                                    | $\bar{x}-2S$ | 60,2        | 76,1  | 7,2        | 29,3 | 2,16  | 1,93 | 0,41  | 8,97  | -0,08          | 2,54  |
|                                    | $\bar{x}+2S$ | 109,8       | 108,1 | 22,8       | 57,1 | 11,12 | 6,21 | 5,17  | 28,17 | 4,08           | 20,18 |
|                                    | $\hat{p}$    |             |       |            |      |       |      |       |       |                |       |
|                                    | p<           |             |       |            |      |       |      |       |       |                |       |

**Tabelle 9:** Parameter der peripheren Phlebodynamometrie mit Berechnung der Mittelwerte und der Standardabweichung bei gesunden Probanden (s. Tabelle 2), sowie bei Patienten mit einer Stammvarikose der Vena saphena magna in den Stadien 2 bis 4, sowie im Stadium 4 mit einer Perforansinsuffizienz. Berechnung der Signifikanz aus den Daten jeweils vor und nach Operation

Der Ausgangsruhedruck  $P_1$  entsprach dem Enddruck  $P_3$ . Es gab prä- und postoperativ keinen signifikanten Unterschied zwischen beiden Meßgrößen.

Alle anderen Parameter,  $\Delta p$ ,  $t_1$ ,  $t_2$  und  $\Delta p/t_1$ , zeigten jedoch einen höchst signifikanten Unterschied im prä- und postoperativen Vergleich.

#### 4. Diskussion

Vom Venensystem werden die Aufgaben des Bluttransports, der Widerstandsregulierung und der Blutspeicherung durch einen differenzierten Aufbau gelöst (9). Dieser Umstand jedoch macht es problematisch, durch physikalische Untersuchungsmethoden, die an größeren Patientenkollektiven routinemäßig in der klinischen Praxis anwendbar sind, genaue Daten über die Hämodynamik unter physiologischen und pathologischen Bedingungen zu bekommen.

1895 beobachtete Perthes, daß bei gesunden Probanden der periphere Venendruck weniger stark absinkt als bei Patienten mit schwerer Varikose. Durch Kompression der Varizen kam es jedoch zu einer Normalisierung der hämodynamischen Verhältnisse (27). Die Ergebnisse dieser Studien wurden dann später mit Hilfe von blutigen Druckmessungen an einer großen Zahl von Patienten bestätigt (Barber und Shatara 1925, Adams 1939, Arnoldi 1965, Björdal 1970, Höjensgard und Stürup 1949, Kriessmann 1973, Ludbrook 1962, Seiro 1938, Nachbur 1971, Wood 1949). Seiro (73) legte bereits 1938 dar, daß der Druck im peripheren venösen System bei Betätigung der Beinmuskelpumpe gesenkt wird. Dabei zeigte sich, daß bei Personen mit pathologischen Verhältnissen im Bereich des Venensystems der unteren Extremitäten die Drucksenkung weniger stark zu beobachten war als bei Probanden mit normalen hämodynamischen Verhältnissen im Bereich der unteren Extremitäten. Arnoldi (2), Höjensgard (36) und andere konnten durch Simultandruckmessungen in den sub- und epifaszialen Venen feststellen, daß praktisch gleiche Druckverhältnisse vorliegen. May (55) und Nachbur (60) bestätigten dieses mit Hilfe ihrer Untersuchungen.

Die periphere Phlebodynamometrie wurde in den letzten Jahren durch technische Verbesserungen und durch Standardisierung ihrer Ausführung für klinische Untersuchungen des Venensystems ausgearbeitet (Decamp 1953, van der Heyde 1961, Kriessmann 1978, Varady 1978).

1971 hat Nachbur (59) das Verhalten des Venendruckes bei verschiedenen Venenkrankheiten untersucht. Dabei bezog er auch die Stammvarikose und Perforansvarikose mit ein. Er hat einen absoluten Druckabfall  $\Delta p$  von 54,1 auf 38,5 mm und eine Verkürzung der Druckausgleichszeit  $t_2$  von 22,3 auf 14,9 s festgestellt. Zum Ausschluß postthrombotischer Veränderungen des tiefen Venensystems wurde ein Teil der Patienten phlebographiert. Die extrafaszialen Venen wurden jedoch nicht dargestellt. Somit konnte auch keine exakte Definition des Schweregrades der primären Varikose vorgenommen werden. Auch Kriessmann (42) hat im Jahre 1975 seine Patienten mit primärer Varikose nicht phlebographisch untersucht. Der große Unterschied zwischen seinen ermittelten Werten für  $\Delta p$  21 mm Hg und  $t_2$  6,4 s und denen von Nachbar erklärt sich aus der unterschiedlichen Zusammensetzung des Patientengutes und differierender Einteilungen der primären Varikose. Diese unterschiedliche Definition der Einteilung der primären Varikose ist sicher auch die Ursache dafür, daß Martin (51) normale Venendruckkurven bei primärer Varikose fand. Die veränderten Venendruckkurven, infolge pathologischer Venendruckwerte, führte er auf eine Beteiligung der insuffizienten Perforansvenen zurück.

Ein weiterer wichtiger Punkt für die Unterschiede in den Ergebnissen der vielfältigen Untersuchungen ist die Art der Arbeitsbelastung für die Beinmuskulatur. Wir entschieden uns für die Belastung durch Zehenstandsübungen, da diese auch von älteren Patienten gut durchgeführt werden können. Die Zehenstandsübungen wurden zehn mal in einer Zeit von 14 Sekunden durchgeführt. Spätestens nach diesen 14 Sekunden erreichten die Druckwerte ihren tiefsten Stand. Bei anderen Belastungsformen, wie der Tretmühle, oder Laufen auf der Stelle und der Kletterstufe nach Kaltenbach (37), kann es durch Verschiebung der Punktionskanüle zur Aufzeichnung falscher Druckwerte kommen.

Wie May, Nachbur, Ludbrook und Kriessmann benutzten wir zur Druckmessung ein Statham-Element. Mit dessen Hilfe konnten schon kleinste Druckschwankungen festgelegt und entsprechend verstärkt werden. Dieses ist bei der Messung mittels Flüssigkeitssäulen (78) nicht möglich. Die Registrierung über ein EKG-Gerät erlaubte die Aufzeichnung einer Kurve, die jederzeit den aktuellen Druckwert festhielt. Auch dieses ist bei Messungen mittels Flüssigkeitssäulen nicht möglich.

Die Untersuchungen vom Märk (57) haben ergeben, daß der effektive periphere Venendruck dem hydrostatischen Druck einer zwischen dem rechten Vorhof und dem peripheren Meßpunkt gedachten Blutsäule mit einer zu vernachlässigenden Differenz entspricht (Kriessmann). Wir wählten, ebenso wie Kriessmann, den vierten Intercostalraum als Referenzpunkt für den rechten Vorhof, so daß die Blutsäule des Patienten der Differenz zwischen Höhe des rechten Vorhofs und der Punktionsstelle entspricht.

Der wichtigste Unterschied zwischen den oben angeführten Arbeiten und dieser Arbeit liegt darin; daß als Grundlage die Stadieneinteilung der Vena saphena magna nach Hach verwendet wurde. Diese Stadieneinteilung definiert den Schweregrad der Krankheit anhand des Röntgenbildes objektiv. Um die Bedeutung der peripheren Phlebodynamometrie für die Diagnostik der primären Varikose beurteilen zu können, ist die Bestimmung ihrer Sensibilität und Spezifität nötig. Die aszendierende Preßphlebographie wandten wir dazu als Referenztest an (25, 46). Mit dieser Methode ist eine sichere Beurteilung der extrafaszialen Stammvenen möglich. Gleichzeitig bekommt man einen Einblick in die Funktionstüchtigkeit der intrafaszialen Leitvenen und der Muskelvenen und somit über den Schweregrad der Erkrankung.



Abbildung 9:

Stammvarikose der Vena saphena magna im Stadium 1 - 2.

Die Stammvarikose der Vena saphena magna im Stadium 1 (Abbildung 9) ist gekennzeichnet durch Insuffizienz der Schleusenklappen mit Angleichung der Gefäßlumina proximal und distal der Klappenebene.

Im Stadium 2 findet sich eine Gefäßerweiterung auf Bleistift- bis Kleinfingerdicke sowie ein retrograder Blutstrom bis zu der handbreit oberhalb vom Kniegelenkspalt angelegten Klappe (Abbildung 10).



Abbildung 10:

Stammvarikose der Vena saphena magna im Stadium 2.

Bei Erweiterung des Gefäßes auf Kleinfinger- bis Fingerdicke sowie einem retrograden Blutstrom bis handbreit unterhalb vom Kniegelenk sprechen wir vom Stadium 3.

Das Stadium 4 ist gekennzeichnet durch Gefäßerweiterung auf Finger- und Daumendicke. Im Verlauf des Gefäßes am Oberschenkel kommt es zu Schlängelungen (Abbildung 11) und der retrograde Blutstrom ist bis zur Fessel zu verfolgen.

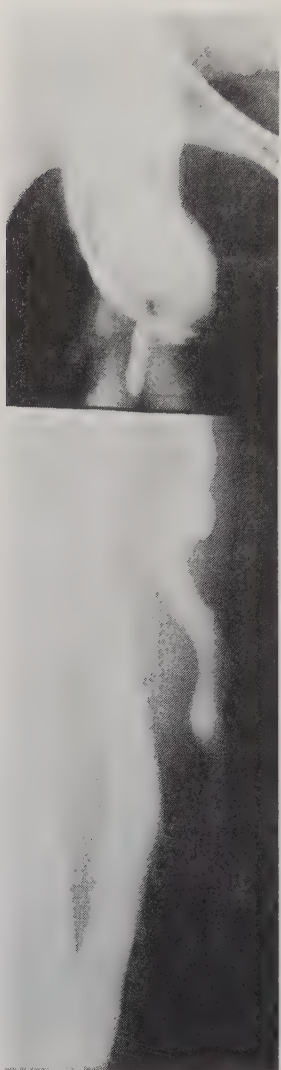


Abbildung 11:

Stammvarikose der Vena saphena magna im Stadium 4

Im Stadium 1 besteht keine Indikation zur aktiven Therapie. Bei einer Stammvarikose im Stadium 2 und 3 wird die selektive Saphenaresektion durchgeführt. Entsprechend dem Röntgenbefund beschränkt sich die Entfernung des Gefäßes dabei von der Mündungsregion bis zum distalen Insuffizienzpunkt (Abbildung 12).

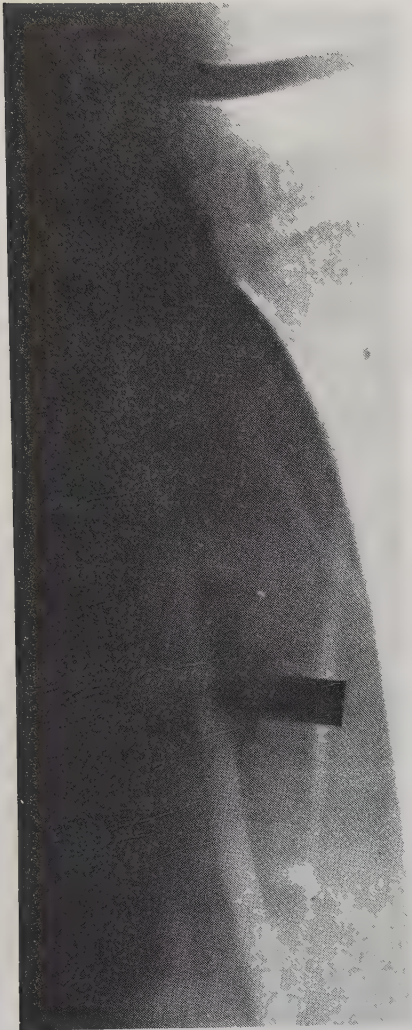


Abbildung 12:

Stammvarikose der Vena saphena magna mit distalem Insuffizienzpunkt (→).

Die von uns ermittelten Werte der verschiedenen Stadien des Schweregrades der Vena saphena magna konnten wir nun, da alle mit der aszendierenden Preßphlebographie als Referenztest durchgeführt wurden, exakt vergleichen. Nur dadurch ist eine Aussage über Sensibilität und Spezifität der peripheren Phlebodynamometrie möglich.

Die Gruppe der venengesunden Probanden zeigte im hämodynamischen Verhalten der Venendruckkurve keinen signifikanten geschlechtsspezifischen Unterschied. Dieser Befund stimmt mit den Ergebnissen von Nachbur (60) und Kriessmann (42) überein.

Der Ruhedruck  $P_1$  entsprach in allen Fällen dem Enddruck  $P_3$  (nach Belastung und Druckausgleichszeit). Er lag beim Kontrollkollektiv bei  $93,54 \pm 8,657$  Torr, im Stadium 3 bei  $88 \pm 12,51$  Torr und im Stadium 4 bei  $87,0 \pm 13,2$  Torr (Tabelle 10). Ein statistisch signifikanter Unterschied war also nicht zu finden.

|                                                      | Kontrolle       | II              | Stadium<br>III  | IV              | IV mit Perforans |
|------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
|                                                      | $p \pm$         | $p \pm$         | $p \pm$         | $p \pm$         | $p \pm$          |
| Ruhedruck<br>$P_1 = P_3$ (torr)                      | $93,5 \pm 8,66$ | $91,1 \pm 6,84$ | $88 \pm 12,51$  | $87 \pm 13,2$   | $85,0 \pm 12,4$  |
| Druckabfall<br>$\Delta p$ (torr)                     | $64,0 \pm 7,37$ | $62,5 \pm 5,1$  | $34,0 \pm 5,41$ | $20 \pm 3,27$   | $15,0 \pm 3,92$  |
| Druckabfalls-<br>zeit $t_1$ (s)                      | $4,96 \pm 0,91$ | $4,0 \pm 0,78$  | $5,33 \pm 1,59$ | $7,27 \pm 1,03$ | $6,62 \pm 2,24$  |
| Druckauf-<br>stiegszeit<br>$t_2$ (s)                 | $28,4 \pm 4,1$  | $25,9 \pm 7,74$ | $6,07 \pm 1,94$ | $2,6 \pm 0,91$  | $2,79 \pm 1,19$  |
| Druckabfalls-<br>geschwindigkeit<br>$p/t_1$ (torr/s) | $13,2 \pm 3,2$  | $17,1 \pm 3,7$  | $6,27 \pm 1,44$ | $2,73 \pm 0,59$ | $2,0 \pm 1,04$   |

Tabelle 10: Parameter der peripheren Phlebodynamometrie (Mittelwerte mit Standardabweichung) bei gesunden Probanden und Patienten mit einer Stammvarikose der Vena saphena magna in den Stadien 2 bis 4 sowie im Stadium 4 mit Perforansinsuffizienz. Berechnung der Signifikanz der Unterschiede zwischen den Stadien und der Kontrollgruppe.

Bei Kriessmann (42) betrug der Ruhedruck  $89,5 \pm 5,0$  Torr für Männer und  $86,0 \pm 5,0$  Torr für Frauen, während der Ruhedruck bei Rieckert (65)  $101 \pm 6$  mm Hg betrug.

Der absolute Druckabfall  $\Delta p$  lag in der Kontrollgruppe bei den weiblichen Personen bei 61,25 Torr und bei den männlichen bei 66,67 Torr. Auch hier gab es keine signifikanten Unterschiede, was wiederum mit anderen Autoren (Arnoldi, May, Nachbur und Kriessmann) übereinstimmt.

Die Druckausgleichszeit  $t_2$  zeigt ebenfalls keinen signifikanten Unterschied zwischen weiblichen und männlichen Probanden. Dies stimmt mit den Befunden von Kriessmann überein, jedoch nicht mit den Untersuchungen von Arnoldi (2), der bei Frauen eine fast dreimal kürzere Druckausgleichszeit fand als bei Männern.

Die Druckabfallzeit  $t_1$  zeigte keinen signifikanten geschlechtsspezifischen Unterschied. Vergleiche mit der Literatur sind hier wegen der unterschiedlichen Belastungsbedingungen nicht möglich. Ebenso fehlen noch Vergleiche über die Druckabfallgeschwindigkeit  $\Delta p/t_1$ , die bei unseren Untersuchungen ebenfalls keinen signifikanten Unterschied zwischen dem männlichen und weiblichen Geschlecht zeigte. Auf die Errechnung des relativen Druckabfalls  $\Delta p \%$  verzichteten wir, da der absolute Druckabfall  $\Delta p$  unserer Meinung nach aussagekräftig ist.

In der Gruppe der Patienten mit einer Stammvarikose der Vena saphene magna im Stadium 2 werteten wir die Ergebnisse von 14 Patienten aus. Für die wichtigsten Parameter, absoluter Druckabfall  $\Delta p$  und Druckausgleichszeit  $t_2$ , ergaben sich im t-Test keine signifikanten Unterschiede zu der Gruppe der venengesunden Probanden. Zu den Werten der Patienten, die in das Stadium 3 und 4 bzw. Stadium 4 mit Perforans eingeordnet wurden, besteht jedoch ein hochsignifikanter Unterschied, mit Ausnahme der Druckabfallzeit  $t_1$  (Tabelle 9 und Abbildung 13).

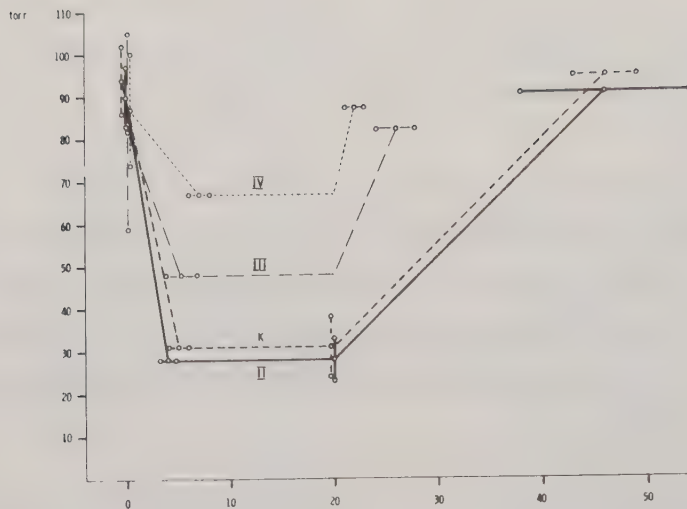


Abbildung 13: Schematische Darstellung der Durchschnittswerte von Venendruckkurven des Kontrollkollektivs K sowie von Patienten mit einer Stammvarikose der Vena saphena in den Stadien 2 - 4

Im Stadium 3 der Stammvarikose der Vena saphena magna zeigte sich beim Ruhedruck  $P_1$ , wie oben schon erwähnt, kein signifikanter Unterschied gegenüber den venengesunden Probanden, auch die Druckabfallzeit  $t_1$  wies keine Signifikanz auf. Der Druckabfall  $\Delta p$  von  $64,0 \pm 7,37$  auf  $34,0 \pm 5,41$  Torr, das Absinken der Druckabfallgeschwindigkeit  $\Delta p/t_1$  von  $13,2 \pm 3,2$  auf  $6,27 \pm 1,44$  Torr/s und die Verkürzung der Druckausgleichszeit  $t_2$  von  $28,4 \pm 4,10$  auf  $6,07 \pm 1,94$  s zeigten jedoch einen statistisch hochsignifikanten Unterschied (Tabelle 10).

Dabei ist festzustellen, daß fast alle Patienten, die in dieser Gruppe zusammengefaßt wurden, eine größere Seitenastvarize vom distalen Insuffizienzpunkt der Vena saphena magna hatten. Diese nach distal ziehende Seitenastvarize übt sicher einen Einfluß auf die Hämodynamik des Venendruckes aus.

In der Gruppe der Patienten mit einer Stammvarikose der Vena saphena magna im Stadium 4 und mit einer Stammvarikose der Vena saphena magna in Kombination mit einer Perforansinsuffizienz kam es zu den deutlichsten hämodynamischen Veränderungen des Venendrucks. Der Druckabfall  $\Delta p$  lag hier noch bei  $20 \pm 3,27$  Torr bzw. bei  $15 \pm 3,92$  Torr (Abbildung 15).

Hier liegt ein hochsignifikanter Unterschied zu dem Wert im Stadium 3 vor. Ebenso zeigt der Anstieg der Druckabfallgeschwindigkeit  $\Delta p/t_1$  auf  $2,73 \pm 0,59$  bzw.  $2,0 \pm 1,04$  Torr/s sowie der Druckabfallszeit  $t_1$  von  $4,96 \pm 0,91$  auf  $7,27 \pm 1,03$  bzw.  $6,64 \pm 2,24$  s einen hochsignifikanten statistischen Unterschied. Die Druckausgleichszeit  $t_2$  sank auf  $2,6 \pm 0,91$  bzw.  $2,79 \pm 1,19$  s. Hier liegt die Signifikanz bei  $p < 0,05$  (Tabelle 10).

Zwischen der Gruppe der Patienten mit Stammvarikose der Vena saphena magna im Stadium 4 und denen mit einer Kombination von Stammvarikose der Vena saphena magna und Perforansinsuffizienz fanden wir keine statistischen Differenzen.

Der prä- und postoperative Vergleich des peripheren Venendrucks war ein weiterer Schwerpunkt dieser Arbeit. Die periphere Phlebodynamometrie wurde am sechsten und siebten Tag nach der Varizenoperation wiederholt. Hierbei zeigte sich, daß es in den Stadien 3 und 4 sowie in Kombination des Stadiums 4 mit Perforansinsuffizienz zu einer hochsignifikanten Verbesserung der hämodynamischen Verhältnisse kam.

Eine Ausnahme bildet nur der Ruhedruck  $P_1$  (bzw. Enddruck  $P_3$ ), wie aus der Abbildung 14 ersichtlich ist.

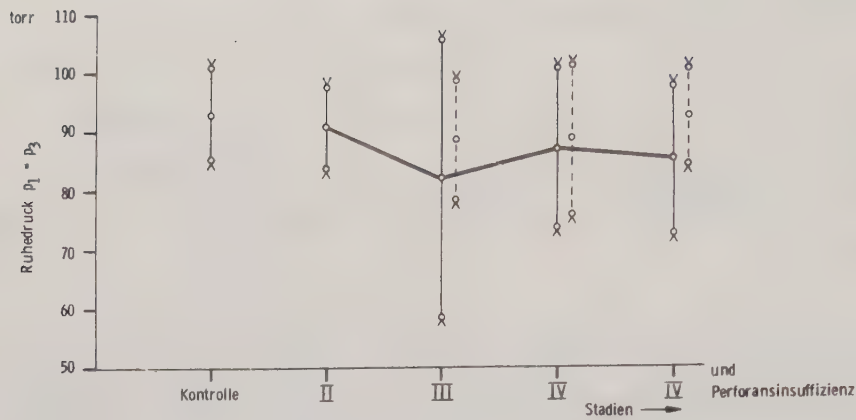


Abbildung 14: Mittelwerte ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichungen (s) des Ruhedrucks bei der peripheren Phlebodynamometrie vor ( $P_1$ ) und nach Belastung ( $P_3$ ) unter normalen Bedingungen, bei verschiedenen Stadien einer Stammvarikose der Vena saphena magna sowie in Kombination mit einer Insuffizienz der Vena perforans, präoperativ (—) und postoperativ (---).

Der Druckabfall  $\Delta p$  erwies sich als eines der aussagekräftigsten Kriterien im prä- und postoperativen Vergleich (Abbildung 15). Im Stadium 3 stieg der Druckabfall  $\Delta p$  von präoperativ  $34,0 \pm 5,41$  Torr auf  $50,6 \pm 7,04$  Torr.

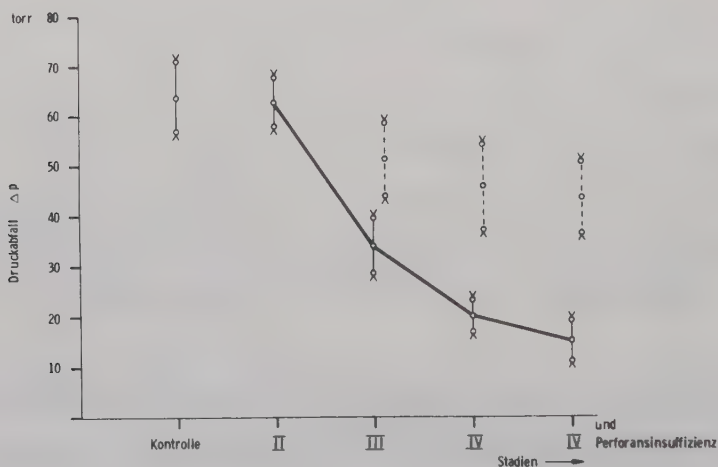


Abbildung 15: Mittelwerte ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichung (s) des Druckabfalls  $\Delta p$  bei der peripheren Phlebodynamometrie unter normalen Bedingungen, bei verschiedenen Stadien einer Stammvarikose der Vena saphena magna sowie in Kombination mit einer insuffizienten Vena perforans, präoperativ (—) bzw. postoperativ (---).

Zu einer noch deutlicheren Verbesserung der postoperativen Werte kam es im Stadium 4. Der Druckabfall  $\Delta p$  nahm von  $20,0 \pm 3,27$  Torr auf  $45,3 \pm 8,55$  Torr zu. Bei der Kombination einer Stammvarikose im Stadium 4 mit einer insuffizienten Perforansvarikose kam es zum Anstieg des Druckabfalls  $\Delta p$  von  $15,0 \pm 3,9$  auf  $43,2 \pm 6,96$  Torr.

Ein ebenfalls sehr aussagekräftiger Parameter ist die Druckausgleichszeit  $t_2$  (Abbildung 16).

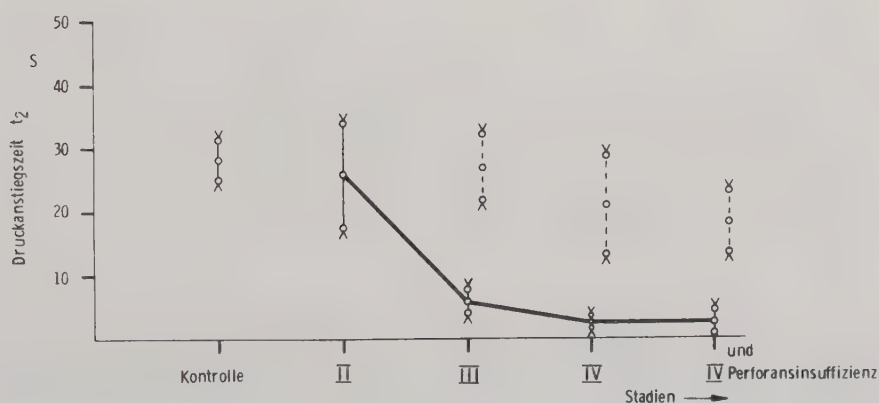


Abbildung 16: Mittelwerte ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichung ( $s$ ) der Druckausgleichszeit  $t_2$  bei der peripheren Phlebodynamometrie unter normalen Bedingungen, bei verschiedenen Stadien einer Stammvarikose der Vena saphena magna sowie in Kombination mit einer Perforansinsuffizienz, präoperativ (—) bzw. postoperativ (---).

Sie stieg im Stadium 3 von  $6,07 \pm 1,94$  auf  $27,3 \pm 5,19$  s an, im Stadium 4 von  $2,6 \pm 0,91$  auf  $21,2 \pm 7,78$  s und im Stadium 4 in Kombination mit Perforansinsuffizienz von  $2,79 \pm 1,19$  auf  $18,57 \pm 4,80$  s.

Die Druckabfallzeit  $t_1$  (Abbildung 17) sank im Stadium 3 von  $5,33 \pm 1,59$  s auf  $3,13 \pm 0,83$  s ab, im Stadium 4 von  $7,27 \pm 1,03$  auf  $3,93 \pm 0,26$  s und im Stadium 4 in Kombination mit Perforansinsuffizienz von  $6,64 \pm 2,24$  auf  $4,07 \pm 1,07$  s.

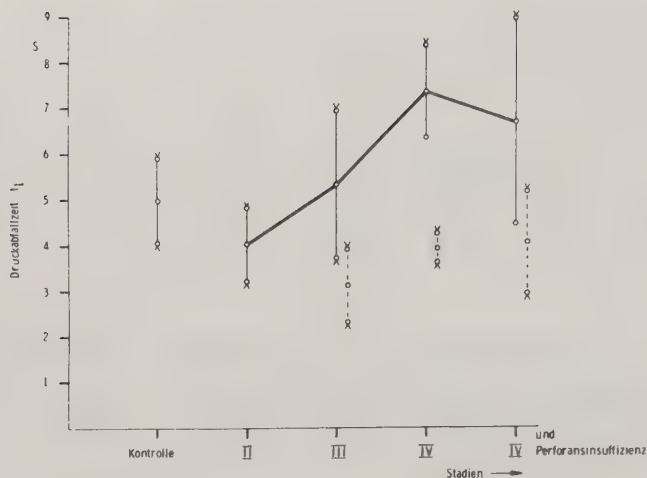


Abbildung 17: Mittelwerte ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichung ( $s$ ) der Druckabfallzeit  $t_1$  bei der peripheren Phlebodynamometrie unter normalen Bedingungen, bei verschiedenen Stadien einer Stammvarikose der Vena saphena magna sowie in Kombination mit einer Perforansinsuffizienz, präoperativ (—) bzw. postoperativ (---).

Die Druckabfallgeschwindigkeit, die aus dem Quotienten von Druckabfall und Druckabfallzeit errechnet wurde (Abbildung 18), steigt von  $6,27 \pm 1,44$  auf  $15,7 \pm 5,98$  Torr/s im Stadium 3 an, im Stadium 4 von  $2,73 \pm 0,59$  auf  $11,13 \pm 2,67$  Torr/s und im Stadium 4 mit Perforansinsuffizienz von  $2,0 \pm 1,04$  auf  $11,36 \pm 4,41$  Torr/s an.

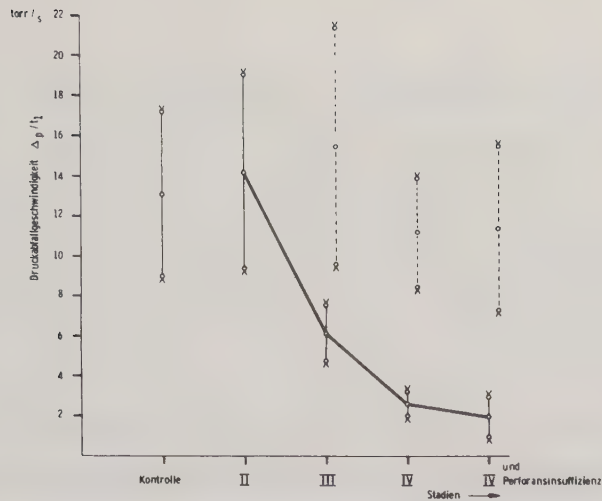


Abbildung 18: Mittelwerte ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichungen ( $s$ ) der Druckabfallgeschwindigkeiten  $\Delta p / t_1$  bei der peripheren Phlebodynamometrie unter normalen Bedingungen, bei verschiedenen Stadien einer Stammvarikose der Vena saphena magna sowie in Kombination mit einer Perforansinsuffizienz, präoperativ (—) und postoperativ (---).

Bei der Betrachtungen der Abbildungen 14 bis 18 kann man zusammenfassend sagen, daß die präoperativen Werte, mit Ausnahme des Ruhedrucks  $P_1$  ( $= P_3$ ) für die Stadien 3, 4 und 4 in Kombination mit Perforansinsuffizienz eine signifikante Verbesserung der hämodynamischen Verhältnisse auf der Ebene von  $p < 0,001$  (Tabelle 10) erkennen lassen. Man kann sehen, je stärker die Druckverhältnisse ursprünglich beeinträchtigt waren, desto entscheidender war die Verbesserung der hämodynamischen Verhältnisse bei der postoperativen Kontrolle.

Wichtig für die Beurteilung der Aussagefähigkeit der peripheren Phlebodynamometrie ist ihre Sensibilität und Spezifität. Nehmen wir einen Druckabfall  $\Delta p$  von unter 45 Torr als Kriterium für die Stammvarikose der Vena saphena magna an, dann ergibt die Sensibilität dieser Untersuchungsmethode 81,8 %. Bei unseren Untersuchungen fanden sich keine falsch positiven Befunde, d.h. die Spezifität betrug 100 %.

Von Bedeutung für diese Aussage ist jedoch, daß alle anderen Venenkrankheiten, die pathologische hämodynamische Befunde ergeben könnten, in der phlebographischen Differentialdiagnostik eliminiert wurden. Das heißt, daß im Gegensatz zu früheren Arbeiten, die ascendierende Preßphlebographie als Referenztest hinzugezogen wurde.

Die Bedeutung der peripheren Phlebodynamometrie liegt darin, daß uns die Druckkurve eine exakte Information über die Ausprägung der pathologischen Hämodynamik im peripheren venösen System gibt. Diese hat vor allem für wissenschaftliche und gutachterliche Fragen Bedeutung (59, 67). Weiterhin hilft die periphere Phlebodynamometrie bei der Entscheidungsfindung des Chirurgen, ob bei einem Patienten mit postthrombotischem Syndrom die Saphenektomie eine Verbesserung der Hämodynamik bringen wird. Mittels des Kompressionstests (46, 47, 48) während der Venendruckmessung kann diese Frage beantwortet werden. Hierbei schließt sich an eine, wie oben geschilderte, Venendruckmessung eine zweite Druckmessung an, während der jedoch die eventuell zu exstirpierenden insuffizienten Venenanteile mittels Bandage komprimiert werden. Kommt es unter dieser Kompression zu einer Verbesserung der venösen Hämodynamik, ist eine Operation angezeigt.

Weiterhin eignet sich die periphere Phlebodynamometrie zur Beurteilung therapeutischer Maßnahmen bei einer Stammvarikose der Vena saphena magna (8). Mit unseren Untersuchungen, die wir prä- und postoperativ durchführten, konnten wir eine Verbesserung der venösen Hämodynamik nach der selektiven Saphenaresektion nachweisen (Abbildung 14 bis 18). Diese Befunde wurden auch von anderen Autoren (38, 48) bestätigt. Feuerstein und Partsch konnten auch durch exakte Kompressionstherapie eine Besserung der Venendruckkurve herbeiführen und somit deren Wirksamkeit beweisen.

Der Nachteil der peripheren Phlebodynamometrie liegt zum einen darin, daß sie nicht als screening-Test der primären Varikose hinzugezogen werden kann, da z.B. eine Stammvarikose der Vena saphena magna im Stadium 2 nicht zu Veränderungen der Venendruckkurve führt. Das bedeutet, daß die Venendruckmessung gerade hierbei versagt, wo eine Frühbehandlung angestrebt werden sollte. Zum anderen ist eine Stammvarikose der Vena saphena magna im Stadium 3 oder im Stadium 4, noch schlechter jedoch in Verbindung mit einer Perforansinsuffizienz, von einem postthrombotischen Syndrom nicht sicher zu unterscheiden, auch wenn die differential-diagnostischen Möglichkeiten durch Anlagen von Tourniquets verbessert werden konnten (83).

Es ist also festzustellen, daß mittels der peripheren Phlebodynamometrie eine repräsentative Information über die normale und gestörte Hämodynamik des peripheren Venensystems zu erhalten ist. Die Phlebographie dagegen gibt Erkenntnisse über die Morphologie des Venensystems und über pathologisch anatomische Veränderungen wieder. Die Venendruckkurve kann also den durch die ascendierende Preßphlebographie erhaltenen Befund nicht ersetzen, höchstens hämodynamische Aspekte ergänzen.

Gemeinsam angewandt jedoch ergeben beide, in Kombination mit dem klinischen Befund, einen bedeutenden Einblick in den Leistungsstand des venösen Systems der unteren Extremitäten.

## 5. Zusammenfassung

Bei 82 Probanden wurde die periphere Phlebodynamometrie zur Einordnung von Venenleiden in die Stadieneinteilung der Vena saphena magna nach Hach und zur Therapiekontrolle bei Varizenoperationen durchgeführt, um deren Leistungsfähigkeit zu ermitteln.

Bei den venengesunden Probanden ließ sich in bezug auf die Parameter Ruhedruck ( $P_1$ ), tiefster Druck nach Belastung ( $P_2$ ), Enddruck ( $P_3$ ), Druckabfall ( $\Delta p$ ), Druckabfallzeit ( $t_1$ ), Druckabfallgeschwindigkeit ( $\Delta p/t_1$ ) und Druckausgleichszeit ( $t_2$ ) kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Geschlechtern feststellen. Als wichtigster Parameter für die Aussagefähigkeit der peripheren Phlebodynamometrie erwiesen sich der absolute Druckabfall  $\Delta p$  und die Druckausgleichszeit  $t_2$ .

Patientenkollektive mit einer Stammvarikose der Vena saphena magna in den Stadien 2 - 4, sowie im Stadium 4 in Kombination mit Perforansinsuffizienz, wurden prä- und postoperativ untersucht. Dabei wurden ausnahmslos höchst signifikante Unterschiede im prä- und postoperativen Druckverhalten gefunden, d.h. die vor der Operation gestörte Hämodynamik konnte bedeutend verbessert werden.

Die periphere Phlebodynamometrie ist nicht dazu geeignet, im Rahmen der präoperativen Diagnostik einer Stammvarikose die Röntgenuntersuchungen des Venensystems zu ersetzen. Sie ermöglicht aber dem Untersucher eine Beurteilung des Ausmaßes der Funktionsstörung. Das postoperative Frühergebnis ist durch die Venendruckmessung zu objektivieren. In Kombination mit der Phlebographie können wichtige Aussagen über die Art und den Grad des vorliegenden Venenleidens gemacht werden.

## 6. Literatur

- 1 Adams, J. C.: Factors in varicose veins of lower extremities (with special reference to venous pressure). Surg. Gynecol. Obstet. 69 (1939), 717
- 2 Arnoldi, C. C.: Venous pressure in the leg of healthy human subjects at rest and during muscular exercise in the nearly erect position. Acta Chir. Scand. 130 (1965), 570
- 3 Arnoldi, C. C., Greitz, T., Linderholm, H.: Variations in the crosssectional area and pressure in the veins of the normal human leg during rhythmic muscular exercise. Acta Chir. Scand. 132 (1966), 507
- 4 Barber, R. F., Shatara, F. I.: The varicose disease. N.Y. State J. Med. 125, zit. n.: Zentralorg. Ges. Chir. 31 (1925), 574
- 5 Baricevic, J.: Einfluß der statischen Deformitäten auf die Muskelpumpe. Phlebol. und Proktol. 4 (1978), 148
- 6 Benecke, G.: Pathologie der Venenerkrankungen. In: F. Haid-Fischer u. H. Haid: Venenerkrankungen. Thieme, Stuttgart 1973
- 7 Bjordal, R.: Simultaneous pressure and flow recordings in varicose veins of the lower extremity. Acta Chir. Scand. 136 (1970), 309
- 8 Bjordal, R.: Pressure paterus in the saphena systems in patients with venous leg ulcers. Acta Chir. Scand. 137 (1971), 208
- 9 Bollinger, A.: Funktionelle Angiologie. Thieme, Stuttgart 1978
- 10 Bollinger, A.: Durchblutungsmessungen in der klinischen Angiologie. Aktuelle Probleme in der Angiologie. Huber, Bern 1969
- 11 Brunner, U.: Klinik, Differentialdiagnose und Nomenklatur der sekundären Hautveränderungen. Zentralbl. Phlebol. 9 (1970), 207
- 12 Camp, d, P.: Etudes sur la pression veinense ambulatoire. Presse mèd. 61 (1953), 213
- 13 Duchosal, F., Allemann, H., Widmer L. K., Breil, H., Leu, H. J.: Varikose-Alter-Körpergewicht. Z. Kreislauf-forschung 57 (1968), 380
- 14 Ebert, H. M., Bodle, M.: Das Verhalten des Venendruckes im Fuß bei dosierter isolierter und kombinierter Kompression von Ober- und Unterschenkel. Phlebol. u. Prokt. 12 (1979), 305

- 15 Ehringer, H.: Automatische mehrfache Venenverschlußplethysmographie mit gleichzeitiger Messung der Venenkapazität. In: Durchblutungsstör. Schattauer, Stuttgart 1970
- 16 Ellerbroek, U., Varady, Z.: Die Bedeutung der Wadenmuskelpumpe für den Venenblutabfluß aus den Beinen. Phlebol. und Proktol. 10 (1978), 195
- 17 Eyshold, K. G.: Die Phlebographie und ihre Bedeutung in der Venendiagnostik. Fortschritte Röntgenstr. 89 (1958)
- 18 Frimann-Dahl, J.: Postoperative Röntgenuntersuchungen. Acta Chir. Scand. Suppl. 36 (1935)
- 19 Feuerstein, W., Partsch, H.: Funktionsverbesserung durch Perforansdiszission bei chronisch-venöser Insuffizienz. Phlebol. u. Proktol. 7 (1978), 58
- 20 Fischer, H., Müller, R.: Beurteilung des Phlebogramms. Phlebol. u. Proktol. 3 (1974), 14
- 21 Fischer, H.: Physiologie und Pathophysiologie der chronisch-venösen Insuffizienz. In: Santler, R., Kiraly, K., Neumann, D.: Ergebn. Angiol. Bd. 16. Schattauer, Stuttgart - New York 1977
- 22 Földi, M., Klüken, N., Collard, M.: Lymphgefäß- und Venenkrankheiten. Fischer, Stuttgart 1974
- 23 Gullmo, A.: Phlebographie der peripheren Venen. In: Hdb. Med. Radiologie, Bd. X/3. Springer, Berlin - New York 1964
- 24 Hach, W.: Phlebographie der Bein- und Beckenvenen. Schnetztor, Konstanz 1977
- 25 Hach, W., Girth, E., Lechner, W.: Einteilung der Stammvarikose der Vena saphena magna in 4 Stadien. Phlebol. u. Proktolog. 6 (1977), 166
- 26 Hach, W.: Die ascendierende Preßphlebographie, eine Routine-methode zur Beurteilung der oberflächlichen Stammvenen. Ergebn. Angiol. Bd. 8. Schattauer, Stuttgart - New York 1974
- 27 Hach, W.: Untersuchungen des extrafascialen Venensystems unter normalen und pathologischen Bedingungen mit der ascendierenden Preßphlebographie. Habil. Schr., Gießen 1980
- 28 Hach, W.: Operative Behandlung der Varikosis. Vortrag 30. Therapiekongreß, Karlsruhe 1978
- 29 Hach, W.: Die schmerzlose Phlebographie. Fortschr. Röntgenstr. 125 (1976)
- 30 Hach, W.: Die Komplikationen der Phlebographie, ihre Behandlung und Prophylaxe. Phlebolog. u. Proktolog. 2 (1973), 187

- 31 Haeger, K.: Spezielle Probleme der Varizenchirurgie. Zentralbl. Phlebol. 10 (1971), 80
- 32 Haid-Fischer, F., Haid, H.: Venenerkrankungen. Thieme, Stuttgart 1973
- 33 Heinrich, F.: Periphere Venendruckmessung. In: Kühn, H.A., Lasch, H. G.: Untersuchungsmethoden und Funktionsprüfungen in der Inneren Medizin. Thieme, Stuttgart 1975
- 34 Hayde, van de, M. N.: Phlebography and venous pressure determination. Stenfert Kroese. Leiden 1961
- 35 Höjensgard, I. C., Stürup, H.: Venous pressure in primary and postthrombotic varicose veins. Acta Chir. Scand. 99 (1949), 133
- 36 Höjensgard, I. C., Stürup, H.: Static and dynamic pressures in superficial and deep veins of the lower extremity in man. Acta Physiol. Scan. 27 (1953), 49
- 37 Kaltenbach, M.: Beurteilung der Leistungsreserve von Herzkranken mit Hilfe von Stufenbelastungen. Boehringer, Mannheim 1968
- 38 Kania, U.: Die venösen Strombahnen des Beines. Inaugural-Dissertation Jena 1950
- 39 Kappert, A.: Lehrbuch und Atlas der Angiologie. Huber, Bern 1974
- 40 Kappert, A.: Der heutige Stand der Venenforschung. Ciba Klin. Sympos. 15 (1957), 121
- 41 Klüken, N.: Klinik der Venenkrankheiten der unteren Extremitäten. In: Klüken, N.: Praktische Phlebologie. Folia angiolog. Suppl. 4. Haupt und Kuska, Berlin - Wien 1974
- 42 Kriessmann, A.: Periphere Phlebodynamometrie, Grundlage, Technik, Leistungsbreite. Vasa 4 (1975), Suppl. 4
- 43 Kriessmann, A.: Einfluß der Belastungsart auf die Venendruckkurve. In: May, R., Kriessmann, A.: Periphere Venendruckmessung. Thieme, Stuttgart 1978
- 44 Kuiper, J. P., Brakkee, A. J. M.: Bemerkungen zur Standardisierung der Venendruckmessung. In: May, R., Kriessmann, A.: Periphere Venendruckmessung. Thieme, Stuttgart 1978
- 45 Kung, H. Schlicher, L.: Die Dynamik des venösen Rückstroms. Thieme, Leipzig (1960)
- 46 Lechner, W., Hach, W.: Vergleichende Untersuchungen zwischen der ascendierenden Preßphlebographie und der peripheren Phlebodynamometrie. Vortrag Angiogr. und Angiol., Baden-Baden (1976)

- 47 Leu, H. J.: Moderne funktionelle Untersuchungsmethoden zur Routinediagnostik der Venenerkrankungen (Dehnungsstreifen-Plethysmographie und Dopplerströmungsdetektor). Zentralbl. Phlebol. 8 (1969), 23
- 48 Ludbrook, J.: Functional aspects of the veins of the leg. Am Heart J. 64 (1962), 706
- 49 Magnus, L., Göbbeler, T., Löhr, E.: Eine verbesserte Methode der funktionellen aufsteigenden Phlebographie. Fortschr. Geb. Röntgenstr. Nuclearmed. 114 (1971), 689
- 50 Marees, de, H., Wuppermann, T., Zschege, C.: Funktionelle Prüfung des peripheren Venensystems mit Hilfe peripherer Kreislaufgrößen. Vasa 7 (1978), 282
- 51 Martin, M.: Klinische Gesichtspunkte zur Venendruckmessung an stehenden Patienten. In: May, A., Kriessmann, A.: Periphere Venendruckmessung. Thieme, Stuttgart 1978
- 52 Martin, M., Völker, D.: Druckabfall in Fußbrückenvenen nach Belastung der Wadenmuskulatur. Beobachtungen an 40 Patienten mit freiem Venensystem oder tiefer Venenthrombose unterschiedlicher Lokalisation. Z. Kardiologie. 62 (1973), 24
- 53 May, R.: Die Phlebographie der unteren Extremitäten als Grundlage für die Behandlung von Venenkrankheiten. Med. Welt 36 (1961), 1773
- 54 May, R.: Moderne chirurgische Behandlung von Krampfadern. Forum Medici 14 Zyma, Nyon 1971
- 55 May, R.: Belastungsarten. In: May, R., Kriessmann, A.: Periphere Venendruckmessung. Thieme, Stuttgart 1978
- 56 May, R., Nissl, R.: Die Phlebographie der unteren Extremität. Thieme, Stuttgart 1973
- 57 Märk, R.: Die physiologischen Grundlagen der Venendruckmessung. In: Methoden in der Venenchirurgie. Huber, Bern 1971
- 58 Molen, van der, H. R.: Über die chronische venöse Insuffizienz. In: Jäger, F., Krieg, E., Ratschow, M., Matis, P.: Verh. Dtsch. Arbeitsgemeinschaft Venenerkrankungen. Schattauer, Stuttgart - New York 1957
- 59 Nachbur, B.: Die periphere Venendruckmessung: Eine Methode zur Bestimmung der venösen Leistungsreserve der unteren Extremität. Zentralbl. Phlebol. 10 (1971), 224
- 60 Nachbur, B.: Quantitative Beurteilung venöser Rückflußstörungen mittels Venendruckmessung. In: May, R., Kriessmann, A.: Periphere Venendruckmessung. Thieme, Stuttgart 1978

- 61 Netzer, C. O.: Indikationen und Kontraindikationen der Phlebographie. Phlebol. u. Proktol. 2 (1973), 113
- 62 Netzer, C. O.: Die Wadenmuskelpumpe. Münchner Med. Wschr. 27 (1971), 1001
- 63 Pirner, F.: Der variköse Symptomkomplex. Enke, Stuttgart 1957
- 64 Quehenberger, P.: Venendruckmessung mit einfachsten Mitteln. In: May, R., Kriessmann, A.: Periphere Venendruckmessung. Thieme, Stuttgart 1978
- 65 Rieckert, H.: Die Druckverhältnisse im Venensystem des Fußes in Ruhe und bei muskulärer Aktivität. In: May, R., Kriessmann, A.: Periphere Venendruckmessung. Thieme, Stuttgart 1978
- 66 Rudofky, G.: Untersuchungen zur Epidemiologie. Pathophysiologie, Diagnostik und Therapie venöser Erkrankungen. Habil.-Schr., Ulm 1978
- 67 Santler, R.: Begutachtung und Rehabilitation von Venopathien. In: Teller, H.: Ergebn. Angiol. Bd. 4. Schattauer, Stuttgart - New York 1970
- 68 Schmitt, H. E.: Ascendierende Preßphlebographie bei tiefer Venenthrombose. Huber, Bern - Stuttgart - Wien 1977
- 69 Schneider, W.: Zur Pathophysiologie des venösen Niederdrucksystems. In: Klüken, N.: Praktische Phlebologie. Folia Angiol. Suppl. 4 Haupt und Koska, Berlin 1974
- 70 Schneider, W., Fischer, H.: Die chronisch-venöse Insuffizienz. Enke, Stuttgart 1969
- 71 Schoop, W.: Abweichungen im Venendruck beim postthrombotischen Syndrom. Med. Klinik 61 (1966), 185
- 72 Schuster, R., Zöckler, C. H.: Phlebographische Diagnostik und operative Behandlung von Venenkrankheiten. In: Teller, H.: Ergebn. Angiol., Bd. 4. Schattauer, Stuttgart - New York 1970
- 73 Seiro, V.: Über Blutdruck und Blutkreislauf in den Krampfadern der unteren Extremität. Acta Chir. Scand. 80 (1938), 41
- 74 Sigg, K.: Varizen, Ulcus cruris und Thrombose. Springer, Berlin - Heidelberg - New York 1976
- 75 Stegall, H. F.: Muscle pumping in the dependent leg. Circ. Res. 19 (1966), 180
- 76 Thomas, L. M.: Phlebology. Arch. Surg. 104 (1972), 145

- 77 Thulesius, O.: Pathophysiologische Gesichtspunkte über den venösen Rückstrom. In: Kriessmann, A., Bollinger, A.: Ultraschall-Doppler-Diagnostik in der Angiologie. Thieme, Stuttgart 1978
- 78 Varady, Z.: Venendruckmessung in der phlebologischen Praxis. In: May, R., Kriessmann, A.: Periphere Venendruckmessung. Thieme, Stuttgart 1978
- 79 Vollmar, J.: Rekonstruktive Chirurgie der Arterien. Thieme, Stuttgart 1967
- 80 Walker, A. J., Longland, C. J.: Venous pressure measurement in the foot in exercise as an aid to investigation of venous disease in the leg. Clin. Sc. 9 (1950), 101
- 81 Widmer, L. K.: Technik epidemiologischer Untersuchungen der Venen. In: Teller, H.: Ergebn. Angiolog. Bd. 4, Schattauer, Stuttgart - New York 1970
- 82 Widmer, L. K., Kaufmann, L., Hartmann, G., Breil, H., Küng, H. J., Pletscher, W., Schach, W., Buess, H.: Organisation der Baseler Studie über Arterien-, Benen- und Herz-Krankheiten. Schweiz. Med. Wochenschr. 97 (1967), 99
- 83 Wuppermann, T., de Marees, H.: Venöse Druckmessung bei Varizen-Patienten. In: May, R., Kriessmann, A.: Periphere Venendruckmessung. Thieme, Stuttgart 1978
- 84 Zeitler, E.: Methodik der Phlebographie und Beurteilung der Phlebogramme. Phlebol. u. Proktol. 2 (1973), 99

Ich erkläre ehrenwörtlich, daß ich die dem Fachbereich Humanmedizin der Johann Wolfgang Goethe - Universität in Frankfurt am Main zur Promotionsprüfung eingereichte Arbeit mit dem Titel:

Das Verhalten des peripheren Venendruckes bei den verschiedenen Stadien einer Stammvarikose der Vena saphene magna.  
(Vergleichende Untersuchungen der peripheren Phlebodynamometrie mit der aufsteigenden Preßphlebographie in der prä- und postoperativen Diagnostik)

in der William Harvey Klinik Bad Nauheim,  
unter Leitung von: Prof. Dr. med. H. Riemann  
mit Unterstützung durch: Priv. Doz. Dr. med. W. Hach  
ohne sonstige Hilfe selbst durchgeführt und bei der Abfassung der Arbeit keine anderen als die in der Dissertation angeführten Hilfsmittel benutzt habe.

Ich habe bisher an keiner in- und ausländischen Medizinischen Fakultät bzw. Fachbereich ein Gesuch um Zulassung zur Promotion eingereicht, noch die vorliegende Arbeit als Dissertation vorgelegt.

Karlsruhe, den 28.8.1983

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'F. E. Hach', with a stylized, cursive script.



## Lebenslauf

Geboren am 28.8.1947 in Leipzig. Als einziges Kind des Dipl. Ing. Ferdinand Erdlen und seiner Ehefrau Ursula Erdlen, geb. Böhmichen, wurde ich 1954 in Neukieritzsch bei Leipzig eingeschult. Ab 1962 besuchte ich die erweiterte Oberschule Markkleeberg/Leipzig, die ich mit dem Reifezeugnis im Juli 1966 verließ. Neben der Ausbildung in der erweiterten Oberschule, erwarb ich die Qualifikation zum Meß- und Regeltechniker. Die Facharbeiterprüfung bestand ich im August 1967.

Danach begann das Medizinstudium an der Karl-Marx-Universität in Leipzig. Hier erhielt ich im August 1973 die Approbation.

Im Oktober 1973 flüchtete ich in die Bundesrepublik Deutschland und arbeitete hier von November 1973 bis März 1976 als Stationsarzt in einer Rehabilitationsklinik in Bad Schwalbach/Taunus. Im Juni 1975 arbeitete ich in der Hautklinik Nürnberg und vom April 1976 bis März 1977 als Assistenzarzt an der 1. Medizinischen Universitätsklinik Wien, als Angestellter der Firma Schering. Ab April 1977 arbeitete ich in der William-Harvey-Klinik Bad Nauheim, die ich im Oktober 1978 verließ, um eine phlebologische Praxis in Karlsruhe zu übernehmen.

Karlsruhe, den 10.9.1982

*Ferdinand Erdlen*





